



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“INDICADORES ENERGÉTICOS
EN ILUMINACIÓN PARA
INMUEBLES DESTINADOS AL USO
DE OFICINAS PÚBLICAS CASO: CENTRO
DEL PAÍS”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERIA
PRESENTA:

MANUELA AZUCENA ESCOBEDO IZQUIERO

DIRECTOR: DR. DAVID MORILLÓN GÁLVEZ

MÉXICO, D.F.

AGOSTO 2005



Dedicatorias

A la Universidad Nacional Autónoma de México
porque sin ella no sería la profesionista que soy
Gracias por la educación que he recibido.

A mi marido por su apoyo incondicional y su amor infinito
Gracias mi amor, eres sencillamente..... mi vidajj.
(Te amo)ⁿ.

A mi mamá porque es un ejemplo
de fortaleza y valentía.

A mi familia porque es mi segundo
apoyo en todo lo que hago.

A mi abuelo porque quiero que
te sientas orgulloso de mi,
no importa dónde estés.

Agradecimientos

A todos y cada uno de mis profesores de la Maestría
Por compartir sus conocimientos.

A mis cinco sinodales por sus comentarios
Que enriquecieron este trabajo.

A todos y cada uno de mis amigos
Porque nunca olvidaron recordarme que tenía que
terminar lo que iniciaba.

Al Dr. David Morillón G. por su apoyo y paciencia.....ah!!! y
por dirigir este trabajo de tesis.

RESUMEN

El presente trabajo presenta un análisis de la información recabada de los levantamientos del sistema de iluminación interior, de los estudios de los diagnósticos energéticos del sistema de iluminación y de los registros de información de los inmuebles (**considerando como inmueble a un edificio o conjunto de ellos**) de uso administrativo, actividades del Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública (programa APF), el cual tiene su cargo la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía.

La metodología de análisis consiste en evaluar a través de estadística descriptiva la información antes mencionada. La información a analizar se centra en inmuebles destinados al uso administrativo ubicados en el centro del país, divididos por el uso del sistema de aire acondicionado.

El análisis se centra en determinar indicadores energéticos de consumo y de potencia eléctrica (DPEA) en el uso de final en iluminación y en total del inmueble, así como por actividad, para el caso de los índices de potencia, es decir realizando una zonificación de las áreas más representativas dentro del inmueble.

Asimismo, se lleva a cabo una comparación con valores internacionales y nacionales como son los que establece el programa de APF y la NOM-007-SENER-1995. De esta comparación se observó que los índices establecidos por el programa APF no reflejan un uso eficiente de la energía eléctrica, debido a que los inmuebles analizados con el sistema de iluminación actual cuentan un valor medio prácticamente igual para el caso del valor establecido para inmuebles que cuentan con el sistema de aire acondicionado.

Los inmuebles analizados en los valores propuestos al sustituir el sistema de iluminación se encuentran por debajo del valor que se establece en el programa. En el caso del análisis en los inmuebles que cuentan con el sistema de aire acondicionado ocurre algo similar.

Por otro lado, el valor que establece la norma para los inmuebles en estudio está por debajo del análisis de los valores con la tecnología actual en el sistema de iluminación. Notándose que no existe eficiencia energética en los sistemas de iluminación.

Al comparar los valores obtenidos con una referencia internacional como es American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers / Illuminating Engineering Society of North America (ASHRAE/IESNA) se observa que los valores de DPEA por zona analizados en el presente trabajo se encuentran por arriba, sin embargo el valor por inmueble total es menor aún incluso con la tecnología actual. Las diferencias no sólo pueden ser por el tipo de tecnología instalada, también el sembrado de los luminarios, así como los niveles de iluminación. Adicionalmente, el hecho de que los inmuebles nacionales son diseñados con un nivel de iluminación homogéneo sin tomar en cuenta el nivel de iluminación necesaria por tipo de actividad.

En conclusión, considero que el análisis realizado, mismo que es resultado de la información que ha generado el programa de APF, aporta una visión sobre lo que está sucediendo con las disposiciones oficiales en materia de ahorro y uso eficiente de la energía.

INDICE

Introducción

Capítulo I. Consumo de energía nacional

I.1 Consumo de energía en México

I.1.1 Oferta total de energía

I.1.2 Empresas del Estado

I.2 Consumo de energía final por sectores

I.2.1 Consumo de energía. Sector residencial, comercial y público

Capítulo II. NOM-007-ENER-1995

II.1 Antecedentes

II.2 Bases técnicas

II.3 Determinación de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)

Capítulo III. Programa “Cien Edificios Públicos”

III.1 Objetivo general del programa

III.2 Objetivos particulares

III.3 Alcances

III.4 Estrategia

III.5 Actividades

III.6 Resultados

Capítulo IV. Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal (programa APF)

IV.1 Objetivos

IV.2 Estrategia de operación

IV.3 Actividades generales

IV.4 Alcances 1999,2000 y 2001

IV.5 Acciones próximas

Capítulo V. Indicadores energéticos en inmueble de uso administrativo del gobierno federal

V.1 Obtención de datos

V.2 Índices de potencia eléctrica en el sistema de iluminación

V.2.1. Índices de potencia en el sistema de iluminación por zona

V.2.2 Índices de potencia en el sistema de iluminación por inmueble

V.3 Índices de consumo de energía eléctrica

V.3.1 Índices de consumo de energía eléctrica en inmuebles que no cuentan con aire acondicionado

V.3.2 Índices de consumo de energía eléctrica en inmuebles que cuentan con aire acondicionado

V.3.3 Observaciones generales: indicadores energéticos de consumo de energía eléctrica

Capítulo VI Discusión sobre indicadores energéticos nacionales e internacionales

VI.1 Indicadores energéticos nacionales

VI.2 Indicadores energéticos internacionales

VI.2.1 Índices de potencia de energía en inmuebles de uso administrativo dividido por tipo de actividad (zonificación)

Conclusiones

Bibliografía

Anexos

INTRODUCCIÓN

A partir de las crisis energéticas, una de las principales preocupaciones a nivel mundial ha sido el uso eficiente y ahorro de la energía, esto ha originado un sin fin de políticas energéticas. México como parte de América Latina se ha destacado por ser precursor en este tipo de políticas.

La normatividad sin duda ha sido uno de las líneas de la política energética del país más importantes, así como la implementación de programas voluntarios y obligatorios en materia de ahorro y uso eficiente de la energía; acciones que tienen un impacto tanto económico como ambiental.

Sin embargo, para llevar a cabo su ejecución se presenta una considerable complejidad, debido a que uno de los obstáculos es la falta de información tanto como para la planeación así como para evaluar los impactos de las acciones, tanto a nivel nacional, por sector, o uso final de la energía.

Uno de los programas que ha contribuido con algo tan importante como necesario “información” ha sido el Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal (programa APF). En el cual participe tanto en su diseño, planeación, supervisión y aplicación.

El presente trabajo de tesis tiene como principal objetivo analizar la información que el programa ha generado en inmuebles de uso administrativo ubicados en el centro del país.

En este sentido, las comparaciones se llevan a cabo con las actuales disposiciones gubernamentales en inmuebles de uso administrativo: la NOM-007-ENER-1995 y el programa APF. Con el fin de comprobar que estas disposiciones reflejan en sus valores un uso eficiente de la energía.

Adicionalmente, se realiza un comparativo con indicadores energéticos internacionales en países Europeos y en Estados Unidos de América. Observándose que los valores analizados en el presente trabajo se encuentran por debajo de estos indicadores debido, principalmente por la diferencia climática, así como aspectos tecnológicos y de patrones de uso de la energía eléctrica.

CAPÍTULO I

Consumo de energía nacional

I.1 Consumo de energía en México

El sector energético es un factor estratégico para el desarrollo económico. En nuestro país, la energía es una de las importantes actividades económicas. Representa 3% del Producto Interno Bruto y 8% de las exportaciones totales. Los impuestos a los hidrocarburos representan 37% de los ingresos fiscales, y casi 60% de las inversiones públicas están dedicadas a proyectos energéticos¹.

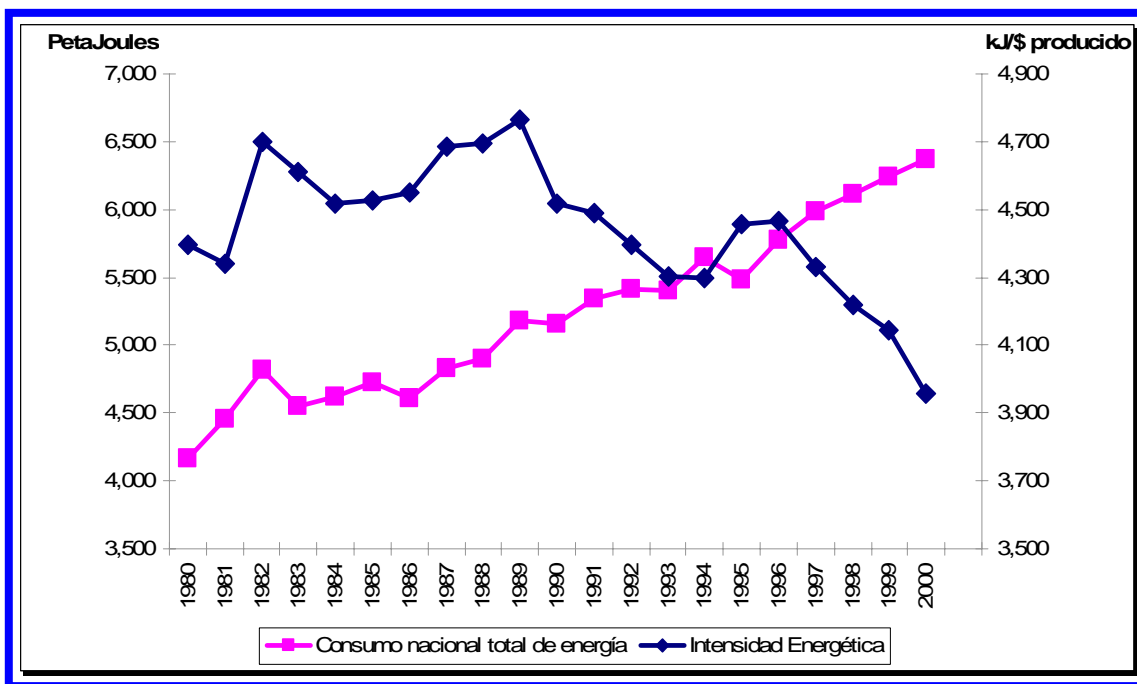
El sector energético tiene un peso destacado en la economía, sobre todo en las finanzas públicas. En el último ejercicio fiscal, Petróleos Mexicanos (PEMEX) cubrió impuestos por más de 30,000 millones de dólares, y las ventas de Comisión Federal de Electricidad (CFE) ascendieron a más de 8,000 millones de dólares².

De 1980 al 2000 el consumo nacional total de energía presentó un aumento en la tasa promedio anual de 2.0%, mientras que la intensidad energética disminuyó en la tasa promedio anual en 0.6%. En los primeros 13 años la intensidad energética fue mayor que el consumo nacional total de energía; en los siguientes tres años no hay un patrón de comportamiento y en los últimos tres años se invierte el comportamiento de los primeros 13 años. Ver Gráfica 1.

¹ El sector energía en México, Secretaría de Energía 2001

² Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe-CEPAL, Retos y posibles soluciones para el sector energético mexicano, diciembre 2001

Gráfica 1. Consumo nacional total Vs Intensidad energética de 1980 al 2000.



Fuente: Balance Nacional de Energía 2000, Secretaría de Energía

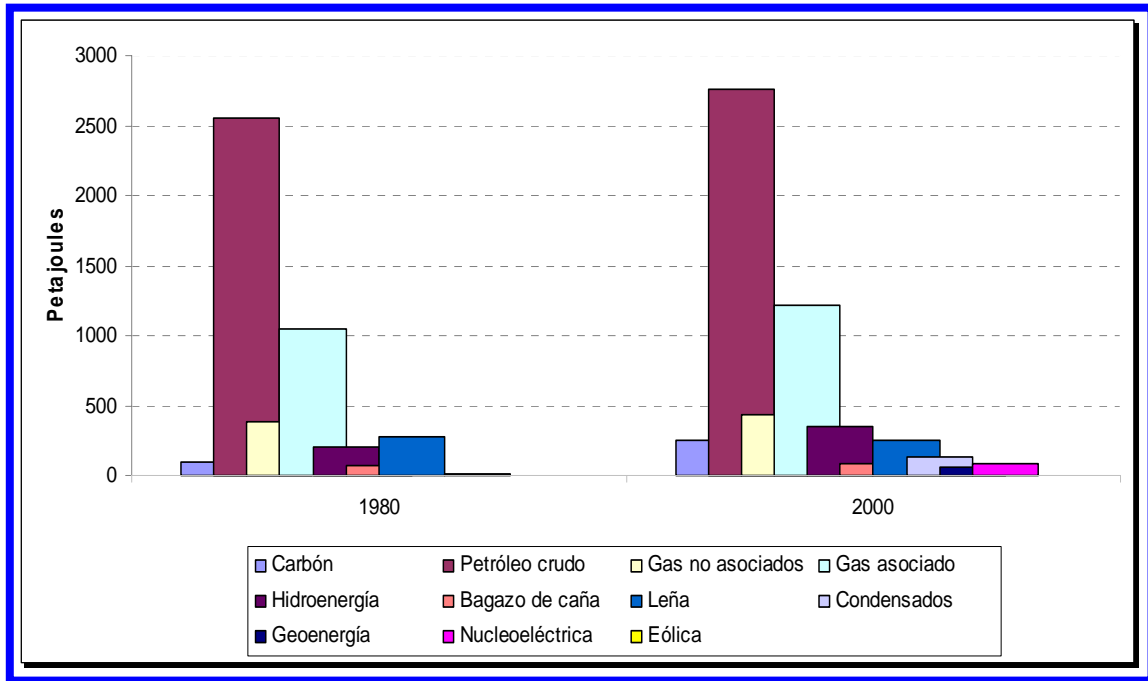
I.1.1 Oferta total de energía

Durante el año 2000 la oferta total de energía primaria se ubicó en 10,355 Petajoules, es decir 4.8 millones de barriles de petróleo equivalente, lo cual significa un aumento de 34% con respecto a 1980. La oferta se conformó por 64% de petróleo y condensados, 18% de gas natural, 5% por energía eléctrica, 3% de biomasa, 2% de carbón y 8% de importaciones de energía que incluye variaciones en inventarios.

La producción de energía primaria tuvo un incremento del 30% en el año 2000, con respecto al año 1980. Las importaciones aumentaron 9.98 veces en el 2000 con respecto al año de 1980, en el caso de las exportaciones, estas se incrementaron en 1.8 veces en el 2000 con respecto al mismo año.

La oferta de la hidroenergía aumento en 73% en el año de 2000 con respecto a 1980, otra energía primaria que aumentó considerablemente es la geo-energía en 4.6 veces, así como el uso del carbón en un 1.5 veces. Hubo un decremento en el uso de la leña de 10%. Ver Gráfica 2.

Gráfica 2. Oferta interna bruta de energía primaria en el 2000



Fuente: Balance Nacional de Energía 2000, Secretaría de Energía

I.1.2 Empresas del Estado³

El papel de las empresas públicas del sector energético en la economía mexicana es relevante. En el 2000 generan alrededor del 3% del PIB nacional y el 10% de las exportaciones. PEMEX tuvo ventas por más de 50,452 millones de dólares y pagó impuestos por casi 31,000 millones de dólares (36% de los ingresos fiscales de la Federación). La CFE vendió electricidad por un monto de 10,253 millones de dólares a 18.7 millones de clientes. Por su parte, la empresa de Luz y Fuerza del Centro (LFC) atendió a más de 5 millones de usuarios localizados en la capital del país y sus alrededores, la parte más compleja del sistema eléctrico nacional (SEN).

“Los productos energéticos con mayor actividad hacia futuro son la energía eléctrica y el gas natural. La expansión de la generación de energía eléctrica estará basada en ciclo combinado que utilizan gas natural. Esta tecnología tiene como principales ventajas bajos costos de inversión, rapidez de construcción, alta eficiencia y baja emisión de contaminantes. El gas natural competirá, aún en mayor proporción con el petróleo. Las fuentes renovables, por el contrario, mientras no cuenten con apoyo para iniciar programas para su desarrollo, como financiamiento, no tendrán una oportunidad en el mercado”.

La producción de petróleo crudo, se estima que supere los 4 millones de barriles por día al final de la década. Esto implicaría un aumento de 1 millón de barriles diarios con respecto a los niveles actuales. Asimismo, el consumo de productos derivados del petróleo aumentaría 2.2 millones de barriles por día entre 1990 y 2020. Si este incremento se llevará a cabo las exportaciones de crudo se reducirían significativamente.

El programa de reconfiguración de refinerías, especialmente a la construcción de unidades de coquización, la participación del crudo pesado en la carga procesada pasará de 33% en 1998 a 56.8% en el año 2010. Con el consumo interno de crudo maya aumentará a casi 450,000 barriles diarios, incrementando la producción de fracciones ligeras y medias, y liberando crudo ligero para exportar.

³ Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe-CEPAL, Retos y posibles soluciones para el sector energético mexicano, diciembre 2001

Para el periodo 1999-2010 la tasa media de crecimiento anual sería de por lo menos 4% para el GLP, 4.2 % para la gasolina, 4.8% para el diesel y 7.5% para el keroseno de aviación. Esperando a que el combustóleo disminuiría a un ritmo de 4.4% anual.

Para la evolución del gas natural se presenta en tres escenarios: a) El consumo nacional crecería a un ritmo de 10.1% en promedio anual contra 6.3% en los años de 1993 a 1999, b) La producción nacional aumentaría a un ritmo anual de sólo 7.1% debido a endeudamientos por parte de PEMEX, c) La diferencia entre la producción y el consumo se cubrirá con importaciones.

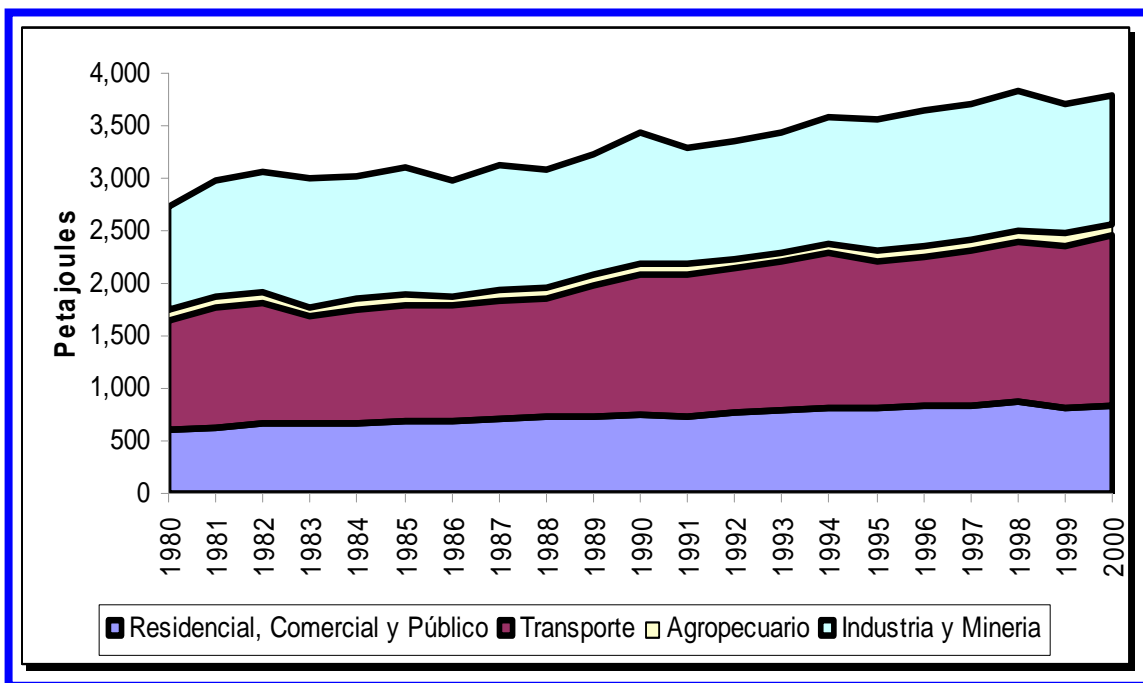
Las cuales aumentarán a un ritmo anual de 31.3% para satisfacer el 23.7% del consumo. Las compras de gas en el extranjero totalizarán 20,680 millones de dólares en el periodo de 1998-2009.

La evolución de la energía eléctrica se pretende se dará en tres escenarios: a) la demanda de energía eléctrica crecerá a un ritmo anual de 6.6% de las ventas de servicio público a 5.9% y el autoabastecimiento a 13.7%, b) se necesitará construir 26,281 MW para servicio público, de los cuales se estima que el 89.5% sería puesto a licitación para que sean construidos por el sector privado, bajo la modalidad de productor independiente. Las líneas de transmisión y las capacidades de transformación deben incrementarse en 33,115 kilómetros y 69,324 MVA, respectivamente; c) el 88% de la nueva capacidad del SEN utilizará gas natural. La participación de ese producto en la electricidad generada con combustibles fósiles pasará de 20% en 1999 a 62% en el año 2009.

I.2 Consumo de energía final por sectores

El consumo de energía por sectores en estas dos décadas ha tenido cambios sustanciales. El sector que ha crecido con mayor velocidad en el consumo de energéticos es el sector transporte con una tasa media anual de crecimiento de 1980 a 2000 de 2.10%, continúa el sector residencial con un 1.51%, seguido del sector industrial con un 0.92% y el agropecuario con 0.56%. Ver Gráfica 3.

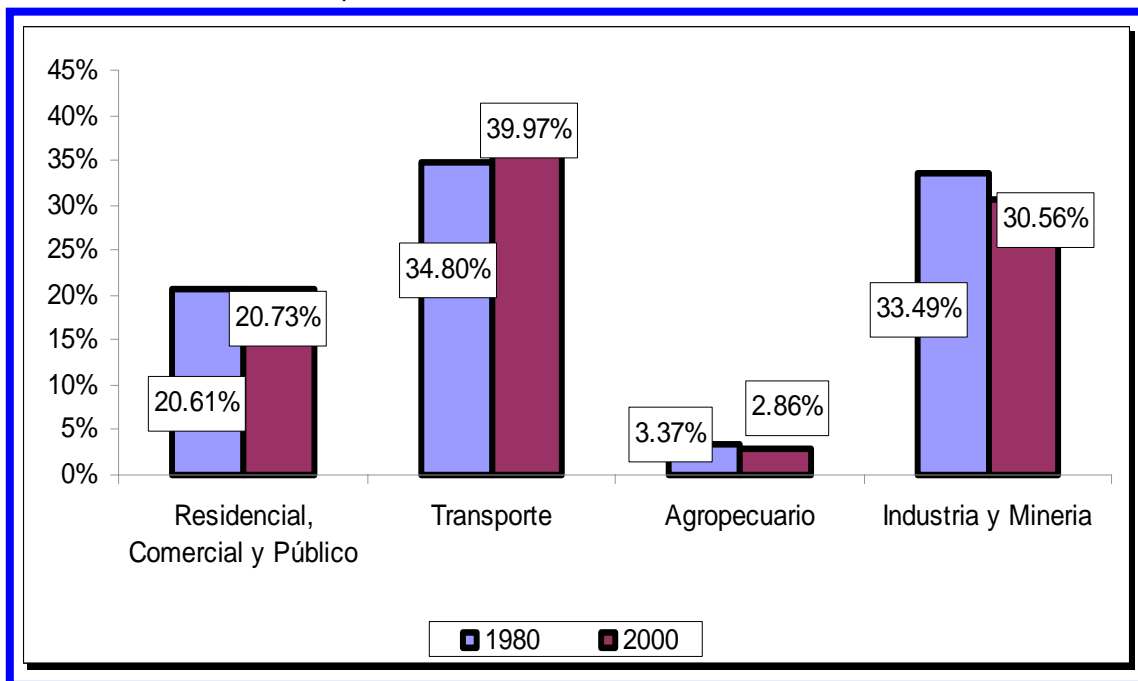
Gráfica 3. Consumo de energía final por sectores de 1980 al 2000



Fuente: Balance Nacional de Energía de los años 1990 y 2000. Secretaría de Energía

En 1980 el sector agropecuario representó el 3.37% del consumo energético final total, los sectores residencial, comercial y público, industrial y transporte con 20.61%, 33.49% y 34.8%, respectivamente. Para el año 2000, la contribución de cada sector había cambiado a 2.86%, 20.73%, 30.56% y 39.97%, respectivamente. Ver Gráfica 4.

Gráfica 4. Comparación entre los años 1980 y 2000 del consumo de energía final total por sectores



Fuente: Balance Nacional de Energía de los años 1990 y 2000. Secretaría de Energía

1.2.1 Consumo de energía. Sector residencial, comercial y público

El sector residencial, comercial y público requirió de 837 PJ en el 2000, el subsector comercial tuvo un consumo final energético de 108.9 PJ, 3% del total del sector. Los principales energéticos utilizados fueron el gas licuado con 58.1% (63.3 PJ) y la electricidad con 38.6% (42.1 PJ). Ésta última representa el 22% del total del consumo de la energía eléctrica en el sector. Siendo el de mayor impacto el subsector residencial.

En el subsector residencial existen esfuerzos encaminados para hacer un uso eficiente de la energía eléctrica, para el subsector comercial, la variedad de tipos y usos de los edificios establecen una amplia variedad en cuanto a sus necesidades de energía: edificios de uso administrativo, hospitales, escuelas, centros comerciales, hoteles, etc. Requieren en cada caso de la energía en diferente forma, cantidad e intensidad en función de sus actividades y formas de uso final.

De acuerdo con el estudio que realizó el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) para la realización de la NOM-007-ENER-1995, que se describe en el siguiente capítulo, “en el mundo aproximadamente un tercio de la energía usada es consumida en edificios; en los Estados Unidos el nivel de consumo en este sector es del orden del 36% de la energía total primaria consumida, y se estima que dicho sector consume un 65% del total de la electricidad generada en este país. Por otro lado, se ha demostrado que los edificios de uso administrativo tiene un potencial de ahorro de energía comprendido entre 30 y 50% sustituyendo las tecnologías actuales por eficientes”.

De esta manera se iniciaron esfuerzos en materia de ahorro de energía en inmuebles de uso administrativo del sector público y algunos del sector privado. Una limitante es la información a cerca del número de inmuebles que existen en el sector público. Existe un organismo desconcentrado de la Secretaría de la Contraloría denominado Comisión de Avalúos de Bienes (CABIN), el cual debería tener conocimiento de todos los inmuebles propios del sector público para el caso de los inmuebles rentados, el organismo que cuenta con esta información es la Dirección General de Avalúos de Bienes Nacionales. Sin embargo, no se tiene conocimiento sobre la información contenida en su base de datos.

CABIN cuenta con una base de datos de 26,424 inmuebles de las cuales sólo 1,340 están destinados al uso de oficinas. En lo que se refiere al consumo de energía eléctrica no hay información al respecto. No obstante, Luz y Fuerza del Centro (LFC), así como Comisión Federal de Electricidad (CFE) tienen una forma de identificar en la tarifa si el inmueble pertenece a gobierno federal, según se estableció en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero del 2002. Pero si el inmueble no se encuentra a nombre de la dependencia o entidad la compañía suministradora no tiene forma de saber si pertenece o no al Gobierno Federal.

A pesar de contar con esa información sería prácticamente imposible identificar cuáles de todos los inmuebles están destinados al uso de oficinas en particular. En este sentido, no es posible determinar con cierta precisión el número de inmuebles destinados al uso de oficinas, así como el consumo de energía eléctrica de estos.

La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía en el año de 1996 inició un programa piloto y voluntario entre las dependencias y entidades del Gobierno Federal en inmuebles destinados al uso de oficinas con el objetivo de tener conocimiento del comportamiento energético de los mismos.

CAPÍTULO II NOM-007-ENER-1995

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto:

- a) Establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica con que deben cumplir los sistemas de alumbrado para uso general de edificios no residenciales nuevos y ampliaciones de los ya existentes, con el propósito de que sean proyectados y construidos haciendo un uso eficiente de la energía eléctrica en estas instalaciones, mediante la optimización de diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminancia requeridos.
- b) Establecer el método de cálculo para la determinación de la Densidad de Potencia Eléctrica (DPEA) de los sistemas de alumbrado para uso general de edificios no residenciales con el fin de verificar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

II.1 Antecedentes

La Ley de Metrología y Normalización publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 1 de julio de 1992, establece dentro de sus objetivos en lo que a la parte de normalización se refiere el fomentar la elaboración y observación tanto de normas oficiales mexicanas (NOM) como de normas voluntarias (NMX), instituir la Comisión Nacional de Normalización establecer procedimientos uniformes para la elaboración de las normas; promover de los sectores públicos, privado, científico y de consumidores en la elaboración y observancia de las normas; coordinar las actividades de normalización, certificación, verificación y laboratorios de pruebas de las dependencias; establecer el Sistema Nacional de Acreditación de organismos de normalización, certificación y verificación y, en general, divulgar las acciones de normalización y demás actividades relacionadas.

En su Título tercero, la Ley establece las disposiciones generales en materia de normalización, las características y requisitos con que deben cumplir las normas, la participación de las diferentes dependencias en su elaboración y observancia y, las bases para la institución de la Comisión Nacional de Normalización, entre cuyas funciones destaca el dictar los lineamientos para los Comités de Evaluación y los Comités Consultivos de Normalización.

La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae) tiene entre sus funciones la de impulsar y apoyar el desarrollo de normas relacionadas con la eficiencia energética de equipos, aparatos, sistemas e instalaciones, entre otras y las demás que determine el Ejecutivo Federal por conducto del titular de la Secretaría de Energía (SENER).

El 1 de marzo de 1993, la Conae facultada por la SENER crea el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) de conformidad con los lineamientos establecidos por la Ley.

El CCNNPURRE estaba integrado por cinco subcomisiones:

Subcomité SC1. Eficiencia eléctrica

Subcomité SC2. Eficiencia térmica

Subcomité SC3. Eficiencia energética en el transporte

Subcomité SC4. Eficiencia energética en los inmuebles

Subcomité SC5. Eficiencia energética en equipo agrícola y para la construcción

La formación del Subcomité SC4 se derivó de la importancia que tiene el sector edificios como consumidor de energía y estaba constituido por cuatro grupos técnicos, entre los cuales se incluye el Grupo Técnico GT2. Sistemas de Alumbrado para Edificios no Residenciales, de cuyos trabajos se detectó la necesidad e desarrollar la Norma Oficial Mexicana en este tema, el cual fue encomendado por Conae al Departamento de Uso de Energía Eléctrica del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE-DUEE). De esta manera el IIE a través del DUEE tuvo a su cargo la elaboración de la NOM, guías y estudio costo beneficio.

II.2 Bases técnicas

Como parte medular de la investigación realizada por el IIE estuvo la consulta bibliográfica de la normalización para edificios a nivel internacional, de donde se encontró no menos de 40 países cuentan con algún mecanismo para fomentar el uso eficiente de la energía en edificios, ya fuera por programas voluntarios o por medio de la aplicación de normas obligatorias.

Asimismo, la búsqueda de información sobre el comportamiento energético de los edificios a normar; desafortunadamente, no se contaba con estadísticas respecto a las formas de uso de energía eléctrica en edificios, ya que solamente se disponía de información proporcionada por las facturaciones eléctricas (recibos), donde no es posible establecer la distribución de energía en el tiempo por tipos de uso final para cada edificio. En aquel tiempo, los diagnósticos energéticos en edificios no eran muy populares, de hecho la información generada por ese tipo de estudios estaba concentrada en el sector industrial.

Así, el IIE de acuerdo a la experiencia de sus ingenieros determinó que la energía eléctrica es usada principalmente en equipos de iluminación, aparatos conectados a contactos (computadoras personales, máquinas de escribir, copiadoras, etc.); equipos de climatización de espacios (incluyendo equipos de aire acondicionado y de aire lavado), elevadores y equipos de bombeo de agua.

A falta de información precisa sobre los hábitos de consumo en los diferentes edificios se realizó un análisis de las cargas específicas, áreas y espacios útiles típicos; estos datos contribuyeron a la determinación de los potenciales de ahorro que eran posibles obtener por la aplicación de la norma.

II.3 Determinación de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)

Como una base para determinar los valores de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) aplicables a los edificios en nuestro país se consideraron las acciones emprendidas en otros países, especialmente aquellos considerados como líderes tecnológicos, con objeto de aprovechar las experiencias adquiridas por ellos, tener una base de referencia así como para adecuar la normalización existente a nivel internacional a las condiciones técnicas y económicas imperantes en nuestro país.

Dentro de la metodología usada para la elaboración de la norma se planteó la necesidad de conocer la diversidad de equipos y/o sistemas para iluminación que estaban disponibles en el mercado nacional, así como las tecnologías eficientes existentes a fin de promover la utilización de estos equipos paralelamente a la implementación de la norma. Adicionalmente, los niveles de iluminación fueron una variable importante a considerar. Para lo cual se identificaron y seleccionaron valores típicos en los distintos tipos de edificios cubiertos por esta norma.

Los profesionales en el diseño de los sistemas de alumbrado pueden consultar los niveles de iluminación recomendados por la Sociedad Mexicana de Ingeniería en Iluminación (SMII) y los de la Illuminating Engineering Society of North America (IESNA), por lo tanto fue necesario establecer, para propósitos de la norma, niveles de iluminación de acuerdo con las prácticas de diseño incorporando equipos de iluminación eficiente.

Durante la elaboración de la norma se señaló que el establecimiento de valores límites de la DPEA en edificios pretendieran⁴:

- ❖ Estimular el uso de equipos eficientes de iluminación a través de limitar la potencia eléctrica instalada por tipo de uso en edificios.
- ❖ Que el diseño de los sistemas de iluminación los realicen personas especializadas en el ramo de la ingeniería en iluminación para el cabal cumplimiento y la aplicación de la norma.
- ❖ Que el usuario final obtenga un ahorro significativo durante el diseño y operación de los sistemas de iluminación al apegarse a los puntos anteriores.

Por lo anterior y con el objeto de tener el conocimiento integral de los diferentes equipos de iluminación ofertados en el mercado en aquel año, el Grupo de Trabajo No. 2 del SC4, estableció la conveniencia de efectuar un programa de medición para determinar la potencia activa promedio que demandan una serie de conjuntos balastro-lámpara bajo condiciones típicas de operación. Estas mediciones fueron enfocadas a conjuntos de dos lámparas de 4 pies de longitud, debido a que este arreglo constituía el mayormente empleado en los edificios a normar. Las pruebas realizadas simulaban condiciones típicas de operación, exclusivamente.

⁴ Informe final anteproyecto de Norma de Eficiencia energética para edificios no residenciales, Conae - IIE

Adicionalmente, se realizaron una serie de diseños asistidos por computadora donde, para tipo de edificio se seleccionaron configuraciones y geometrías típicas a las se incorporaron los niveles de iluminación y una serie de combinaciones de equipos de iluminación con el objeto de generar diseños alternativos con diferentes tecnologías; lo anterior originó proyectos tipo con una DPEA particular.

Con base en los resultados obtenidos en los diseños por computadora para los distintos usos de edificios y de la concertación con el CCNNPURRE/SG4/GT2, así como del análisis de los valores contenidos en la normativa a nivel internacional se establecieron los límites de densidad de potencia eléctrica para alumbrado DPEA, los cuales se muestran en la Tabla 1. Mismos que fueron publicados en el DOF el 1 de septiembre de 1995.

Tabla 1. Valores máximos permisibles de densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

TIPO DE EDIFICIO	DENSIDAD DE POTENCIA ELECTRICA (W/m ²)	
	ALUMBRADO INTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR
Oficinas	16,0	1,8
Escuelas	16,0	1,8
Hospitales	14,5	1,8
Hoteles	18,0	1,8
Restaurantes	15,0	1,8
Comercios	19,0	1,8
Bodegas o áreas de almacenamiento.*	8,0	
Estacionamientos interiores.*	2,0	

* Sólo áreas que formen parte de los edificios cubiertos por esta Norma.

Fuente: NOM-007-ENER-1995 publicada el 1 de septiembre de 1995 en el DOF

La norma fue uno de los principales esfuerzos en materia de ahorro de energía en el país y de manera obligatoria, su realización, como se describió en el presente capítulo fue hecha con la información que en aquellos años se contaba. En este momento se cuenta con una mayor cantidad de información que se ha generado a través de la implementación de Programas de tipo voluntarios como obligatorio como son: el Programa de Cien Edificios Públicos y el Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal.

CAPITULO III

Programa “Cien Edificios Públicos”

La Conae llevó a cabo durante los años de 1992 a 1995, con el apoyo de consultores externos y de su propio personal estudios energéticos en inmuebles⁵ del sector público y privado, ubicados principalmente en el Distrito Federal, a través de los cuales se detectaron importantes oportunidades de ahorro de energía.

Con base en la experiencia obtenida en esos años y en los lineamientos establecidos por la Subsecretaría de Egresos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público en el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, la Conae elaboró a principios de 1996 el programa denominado "Cien Edificios Públicos".

En mayo de 1996 se invitó a participar, a través de la Secretaría de Energía, a las dependencias y entidades del gobierno federal con el fin de que propusieran inmuebles para integrarse en el programa, estos debían de tener ciertas características: 10,000 m² de construcción, no compartir la factura eléctrica con otra dependencia o entidades y que, de acuerdo a su experiencia, contaran con potencial de ahorro de energía. Finalmente, en junio del mismo año, inició su operación.

El programa, primero en su tipo en la Conae, se diseñó para incorporar en sus acciones a los operadores de los inmuebles, involucrándolos en el levantamiento de los datos necesarios para las evaluaciones energéticas. Asimismo, permitió afinar metodologías, herramientas y bases de datos utilizables en proyectos de mayor alcance, además de permitir identificar las barreras más importantes para el desarrollo de este tipo de proyectos en inmuebles operados por el sector público.

⁵ Se define como un inmueble a un edificio o un conjunto de edificios

III.1 Objetivo general del programa

Establecer las bases y los mecanismos para la realización de un programa masivo de eficiencia energética en edificios públicos, a fin de fomentar el ahorro por concepto de energía eléctrica, particularmente en el sistema de iluminación.

III.2 Objetivos particulares

El programa, para cumplir con el objetivo general, plantea objetivos específicos, tales como:

- Identificar los potenciales de ahorro de energía en los inmuebles públicos, principalmente en el sistema de iluminación
- Determinar las barreras particulares que impiden a las dependencias del gobierno federal instrumentar medidas de ahorro de energía de forma que éstas sean eliminadas o minimizadas
- Establecer un estimado del mercado potencial de servicios, productos y equipos necesarios para lograr la eficiencia energética en inmuebles del gobierno federal
- Elaborar una base de datos de edificios públicos, que muestre las características físicas y eléctricas por tipo de inmueble, así como los principales índices energéticos a fin de determinar el nivel de eficiencia energética
- Vincular con organismos financieros para la implantación de las medidas recomendadas, a través del anteproyecto de inversión, para los usuarios que así lo requieran.

III.3 Alcances

En la conceptualización del programa se estableció incorporar un mínimo de 100 inmuebles ubicados en cinco ciudades del país, en los cuales se aplicaría una evaluación energética mediante una metodología desarrollada de manera específica para los proyectos, dando como resultado la especificación de acciones concretas para el ahorro y uso eficiente de la energía.

III.4 Estrategia

El programa se estableció bajo un esquema de acciones complementarias con las dependencias y entidades coordinadas por la Conae. Ver Tabla 2.

Por un lado, la Conae se comprometió a realizar la medición eléctrica horaria del inmueble, capacitar a los operadores de edificios en el levantamiento de la información para realizar el diagnóstico energético, analizar la información recabada, evaluar las medidas económicamente rentables, entregar un informe de los resultados obtenidos y dar seguimiento a la implantación de las medidas recomendadas.

Por otro lado, el responsable del inmueble ante el programa participó en cursos de capacitación y realizar el levantamiento de datos con base en la metodología establecida, la cual incluye datos básicos del inmueble, información histórica de los recibos de energía eléctrica, censo de equipos de iluminación y su horario de uso. Asimismo, después de aprobar el diagnóstico energético y dentro de sus posibilidades, implantaría las medidas recomendadas.

Tabla 2. Esquema de colaboración

Actividad	Conae	Dependencia/ Entidad
1. Recabar información básica del inmueble	Proveer de capacitación, asesoría y formatos	Recopilar información
2. Realizar censo de equipos	Proveer de capacitación, asesoría y formatos	Realizar levantamiento
3. Medir parámetros eléctricos	Contratar empresa para la medición	Apoyar la realización
4. Procesar información	Capturar y analizar información	Verificar información
5. Analizar alternativas	Proponer alternativas	Revisar alternativas
6. Elaborar reporte	Desarrollar documento	Revisar documento
7. Buscar financiamientos	Vincular con la banca de desarrollo	Presentar proyecto

Fuente: Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Energética 2002, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Estudios de Posgrado. "Cien Edificios Públicos" un programa piloto para el Ahorro de Energía, Autor: Ing Carlos Chávez Baeza

III.5 Actividades

En general, las tareas establecidas para el desarrollo del programa fueron divididas en dos partes: las actividades de planeación y las actividades para su ejecución. Ver Figura 1.

Dentro de la planeación del programa estuvo revisar y analizar los diagnósticos energéticos que la Conae había llevado a cabo, de este análisis se determinó que el sistema iluminación era el que mayor carga representaba en los inmuebles, así como el potencial de ahorro de energía. Aún y cuando se encontró inmuebles en donde el sistema de aire acondicionado representaba una carga importante, las medidas de ahorro de energía se seguían enfocando al sistema de iluminación.

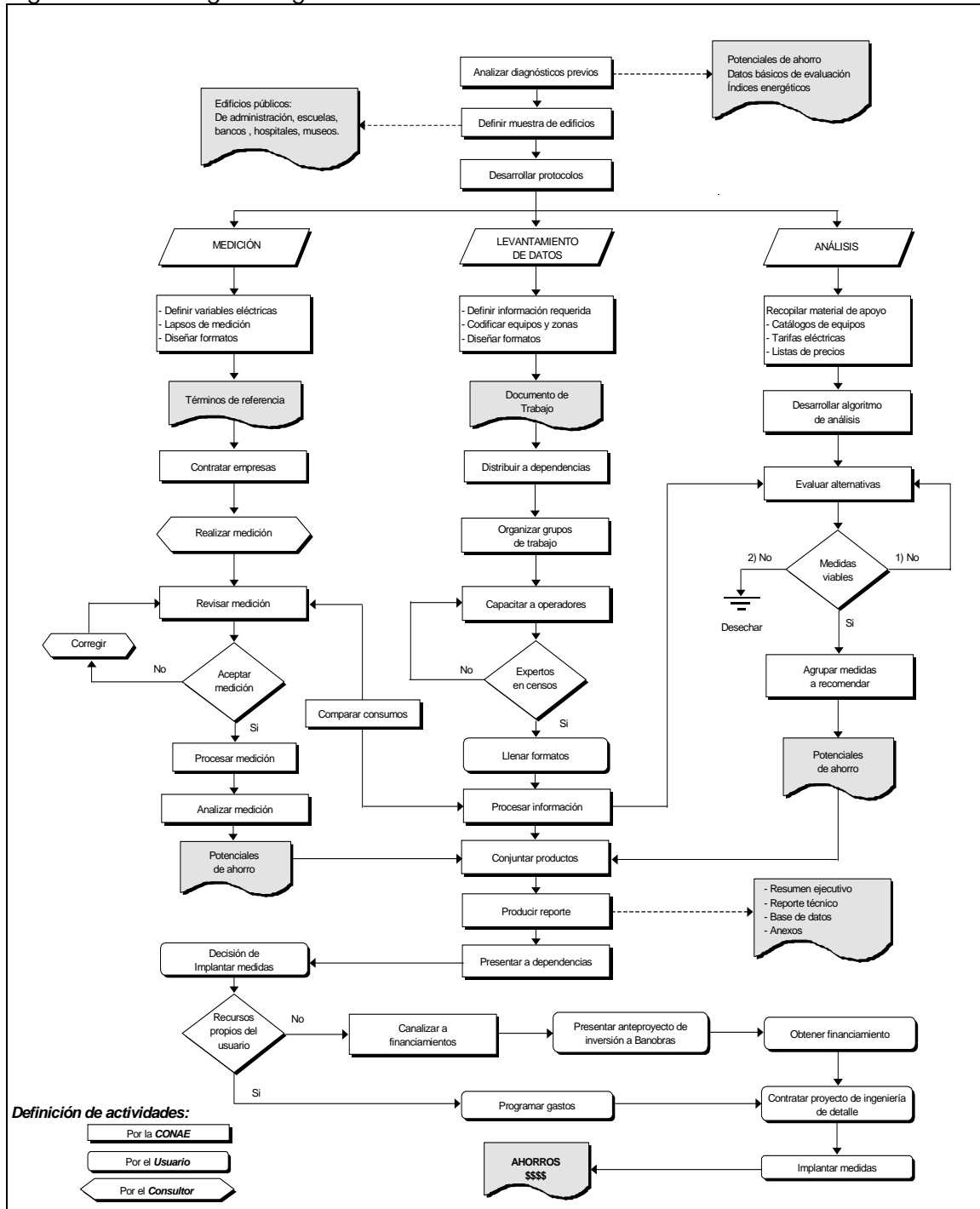
En este sentido, los esfuerzos se enfocaron a planear un protocolo de trabajo donde se incorporó a los operadores de los inmuebles, específicamente en las actividades del levantamiento de datos. Para lo cual se diseñaron formatos de captura de información a través de una herramienta informática, con la finalidad de contar con una información uniforme y veraz.

El levantamiento de datos (LEDA) es una de las partes esenciales para el desarrollo del diagnóstico energético, pero era necesario el planteamiento de una metodología que involucrara tanto el análisis de la misma como las recomendaciones de ahorro de energía plasmadas en el diagnóstico energético.

La metodología de iluminación en inmuebles consta de: levantamiento de datos (LEDA) que consta de formatos en donde el responsable del inmuebles recopila información de datos básicos del mismo, datos los parámetros eléctricos que se encuentran en las facturaciones eléctricas de 12 meses, y el levantamiento de los equipos que conforman el sistema de iluminación; análisis del LEDA y de las facturaciones eléctricas; medidas de ahorro de energía del sistema de iluminación realizando el cálculo por sustitución directa de la tecnología instalada por una eficiente. Ver Anexo 1

En el caso de la medición eléctrica horaria (MEH) la Conae contrató al IIE para llevar a cabo las mediciones de los parámetros eléctricos en cada acometida de los inmuebles participantes para lo cual también se desarrolló un protocolo para homogeneizar de la información, elaboración de gráficas y análisis.

Figura 1. Diagrama general de actividades



Fuente: Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Energética 2002, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Estudios de Posgrado. "Cien Edificios Públicos" un programa piloto para el Ahorro de Energía, Autor: Ing Carlos Chávez Baeza

III.6 Resultados

De acuerdo al "Reporte del Programa de Cien Edificios Públicos" que tiene publicado la Conae en su sitio de Internet, se presentan los resultados obtenidos por el programa.

- Se identificó el potencial de ahorro de energía de 19 GWh (21.72% de la facturación total), lo que representa un ahorro económico de 10.3 millones de pesos, realizando una inversión de 14.58 millones de pesos, recuperable en 17 meses
- Una de las principales barreras identificadas para el desarrollo del programa, fue la escasa preparación de los operadores de los inmuebles, lo cual se reflejó en su desconocimiento de las diferentes tecnologías utilizadas en los sistemas de iluminación, implicando dedicar mayores esfuerzos de apoyo en cuestión de asistencia técnica especializada
- Asimismo, se identificó, entre más de 135,000 equipos censados de iluminación, que sólo un 16% es eficiente, por lo cual existe un gran potencial de mercado de productos y servicios relacionados con la eficiencia energética
- Se elaboró también una base de datos de edificios públicos, que contiene los principales parámetros de los mismos; esto ha permitido establecer, a partir de una muestra significativa de inmuebles, rangos de eficiencia energética en los tipos de edificios analizados
- Adicionalmente, se obtuvieron otros beneficios derivados del programa, como el establecimiento de una metodología que unifica criterios y homologa aspectos energéticos en la recopilación de información y de análisis. Producto también de este programa ha sido la capacitación de 185 operadores de inmuebles del sector público en el uso de la misma.

Por otro lado, de los análisis realizados de la información recabada es importante destacar que, el 48% de los inmuebles de uso administrativo cumplen con la DPEA establecida por la NOM-007 (16 W/m²) con la tecnología actual, es decir 84% de los equipos instalados en el sistema de iluminación son del tipo convencional⁶.

⁶ Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Energética 2002, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Estudios de Posgrado. "Cien Edificios Públicos" un programa piloto para el Ahorro de Energía, Autor: Ing Carlos Chávez Baeza

Finalmente, el Programa de Cien Edificios Públicos permitió establecer: estrategias, metodologías, identificando barreras y obteniendo experiencia, así como conocimiento para sentar las bases necesarias para llevar a cabo programas de mayor alcance, de carácter obligatorio, estableciendo valores de indicadores energéticos que reflejen un uso eficiente de la energía eléctrica. Como es el caso del “Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal”.

CAPÍTULO IV

Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal (programa APF)

Con base a la experiencia, los elementos y los conocimientos adquiridos en la ejecución del Programa de Cien Edificios Públicos se diseñó y planeó un programa de carácter obligatorio de mayor alcance en inmuebles del sector público el Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal.

Este programa se inscribe y responde a las directrices de la Administración Pública Federal, en cuanto a la búsqueda permanente de medidas que redunden en una administración que use de manera eficiente sus recursos, bajo criterios de racionalidad y en apego a la disponibilidad presupuestal, procurando la rentabilidad social del gasto público. Asimismo, concreta y proyecta la voluntad gubernamental de ser un actor dinámico y precursor de sus planteamientos de gestión, tanto en lo general, como en lo particular (campo energético)⁷.

Para la aplicación, seguimiento y asistencia técnica del Programa, la Conae puso a disposición a través de Internet, la estrategia, en la cual se realizaban las acciones principales del Programa (registro de información de los inmuebles de oficina, acceso a la metodología de iluminación), también es posible consultar los avances de cada uno de los inmuebles de las dependencias y entidades participantes en el Programa.

⁷ Conae, Resultados del Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal 1999 – 2000. <http://www.conae.gob.mx/work/secciones/2155/imagenes/resultadosapf992k.pdf>

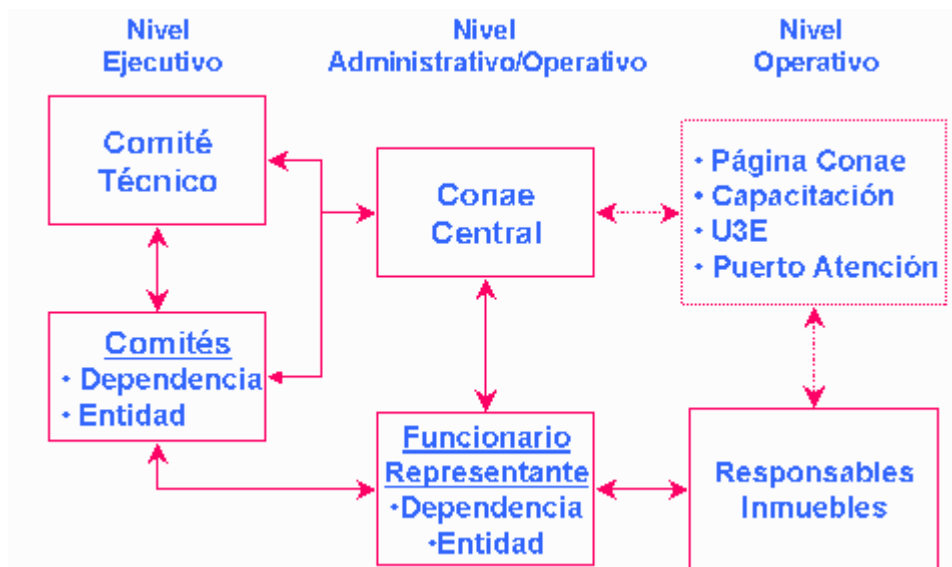
IV.1 Objetivos

1. Establecer niveles mínimos de eficiencia energética en términos de índices de consumo de energía eléctrica, con que deben cumplir las oficinas públicas de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal.
2. Establecer los requisitos de registro de las oficinas públicas pertenecientes a la Administración Pública Federal, así como de sus consumos de energía eléctrica, con el fin de verificar su cumplimiento

IV.2 Estrategia de operación

El programa de ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal cuenta con tres niveles de operación. Ver Figura 2.

Figura 2. Esquema de Operación del programa



Fuente: Conae, Folleto del Programa de ahorro de energía en inmuebles de la administración pública federal, 2001.

- a. *Nivel Ejecutivo.* En este nivel se realiza la coordinación de la aplicación del programa entre el Comité Técnico y los Comités Internos de las Dependencias y Entidades

El Comité Técnico tiene como principal objetivo asegurar la correcta aplicación del programa, mediante la coordinación de las actividades a desarrollar, así como el seguimiento y evaluación de la aplicación del mismo, en cada una de las dependencias y entidades participantes. El Comité Interno coordina las acciones de la dependencia o entidad, a fin de asegurar la correcta aplicación del programa de acuerdo con los lineamientos establecidos.

- b. *Nivel Administrativo - Operativo.* En este nivel se realiza la coordinación entre el Funcionario Representante de las Dependencias y Entidades y la Conae para: aplicación de los lineamientos, registro de los inmuebles, nombramiento de los responsables de los inmuebles, así como la transmisión de datos de los inmuebles y los resultados respectivos
- c. *Nivel Operativo.* En este nivel los responsables de los inmuebles toman la capacitación para el uso de la herramienta de recopilación de información y la metodología, realizan el levantamiento físico de los datos del inmueble, así como la transmisión de la información a la Conae a través de su página en Internet.

IV.3 Actividades generales

El programa es operado por la Conae, quién promueve el mismo, capacita a los distintos actores, apoya en el levantamiento de datos, lleva a cabo el procesamiento de información, entrega los diagnósticos energéticos, apoya en la búsqueda de financiamiento y en la implantación adecuada de las medidas sugeridas.

Por otro lado, las dependencias son responsables del registro de las instalaciones, de apoyar en el levantamiento de datos (LEDA), de la contratación (en su caso) de consultoría especializada en diseño de sistemas de iluminación, de la inversión en las medidas y del reporte de los resultados de las acciones realizadas.

Para responder a las necesidades de un programa de gran alcance, se planteó una estructura a través de Internet, donde las actividades principales del mismo se llevaran a cabo bajo este esquema.

IV.4 Alcances 1999, 2000 y 2001

Los alcances del Programa han ido cambiando desde sus inicios en 1999. El 16 de marzo de 1999 se publicaron, en el Diario Oficial de la Federación (DOF) los primeros lineamientos en donde los inmuebles a participar debería de cumplir con las siguientes características:

- I. Estar destinados al uso administrativo principalmente,
- II. Contar con un área igual o superior de 5 000 m² de espacio interior, y
- III. Tener un índice de consumo energético igual o superior a 60 kWh/m² año, durante 1998.

Debiendo registrar los datos generales del inmueble, así como sus consumos de energía en el año de 1998, integrar un comité interno de ahorro de energía con un funcionario representante el cual sería el contacto con la Conae y la dependencia. Mismo que debería de asistir a un taller informativo para darles a conocer las estrategias del programa, así como sus obligaciones en el mismo.

Adicionalmente, debería de capacitarse en la metodología de iluminación para llevar a cabo el LEDA y contar con un diagnóstico energético del sistema de iluminación. La capacitación se impartió en forma presencial y a distancia.

En el año 2000 los alcances fueron modificados al publicarse el 15 de marzo del en el DOF los lineamientos generales para la continuación del programa, los cuales establecieron que las dependencias y entidades participantes deberían durante el año 2000:

- ❖ Proporcionar la información de sus consumos de energía eléctrica correspondientes a 1999
- ❖ Aportar información de las actividades (medidas operativas y tecnológicas) realizadas durante 1999, que la Conae integrará en un informe anual del cumplimiento del Programa
- ❖ Realizarán medidas tanto operativas como de inversión tendientes a lograr, durante el presente año y en los edificios participantes en el Programa, reducciones en sus índices de consumo de energía eléctrica de cuando menos el 20 por ciento con respecto a los registrados durante el año de 1998.

En este año las actividades eran las mismas que el año pasado con la variante de llevar a cabo, a través de Internet, un informe anual de las actividades realizadas en materia de ahorro de energía, tanto operativas como de inversión, así como sus consumos de energía del año anterior.

Asimismo, debería informar trimestralmente durante el año en curso sus consumos de energía eléctrica y sus acciones llevadas a cabo en materia de ahorro de energía de igual manera del tipo operativo y de inversión. En capacitación se agregó la participación en talleres tecnológicos con el fin de dar a conocer a los funcionarios representantes las nuevas tecnologías en el mercado. Consultar el Anexo 2 para conocer los resultados del programa durante los años 1999 y 2000.

Para principios del 2001 ya se contaba con una base de datos más completa y diversificada, es decir, se tenía información de consumos de energía eléctrica y de datos generales de inmuebles ubicados en la toda la República Mexicana. Esto permitió que el índice mínimo establecido en 1999 fuera modificado y no sólo eso, también diversificado por región y por uso final.

En este sentido, para el año 2001 el índice mínimo a cumplir fue modificado, así como el alcance de los inmuebles a participar a través de la publicación del DOF del 2 de abril en los lineamientos generales del programa.

Ahora todos los inmuebles de más de 1,000 m², sean propios o en arrendamiento, destinados principalmente al uso de oficinas administrativas, y excluyendo a aquellos inmuebles que sean compartidos con alguna institución pública o privada deberían de realizar su registro de consumos de energía eléctrica del año 2000 a través de Internet.

Adicionalmente, los inmuebles de más de 3000 m² y que presenten un índice de consumo de energía eléctrica en el 2000 igual o mayor al de referencia establecido en la Tabla 3, debería de elaborar un plan de trabajo 2001 – 2002 estableciendo una meta de reducción en el índice de consumo, así como reportes trimestrales de las actividades realizadas y el registro de sus consumos de energía eléctrica durante el 2001.

Tabla 3. Índices de referencia de consumo de energía eléctrica (kWh/m²-año)

Región ⁸	KWh/m ² -año	
	Con aire acondicionado	Sin aire acondicionado
Norte	110	75
Centro	95	75
Sur	225	75

Fuente: Acuerdo que establece los Lineamientos generales del programa, Diario Oficial de la Federación publicado el 2 de abril de 2001.

De esta manera el programa se dividió en tres niveles de eficiencia, estos dependían de la superficie de los inmuebles y del índice de consumo de energía:

1. Con un área mayor a 1000 m² construidos y menor de 3000 m² la dependencia o entidad se tenía que realizar el registro de los consumos de energía del año 2000, asistir al taller informativo y se recomendaba asistir a los talleres tecnológicos
2. Con un área igual o mayor a 3000 m² construidos y un índice de consumo menor al de referencia la dependencia o entidad se tenía que realizar el registro de los consumos de energía del año 2000, asistir al taller informativo y se recomendaba asistir a los talleres tecnológicos.
3. Con un área igual o mayor a 3000 m² construidos y un índice de consumo superior al de referencia la dependencia o entidad realizaba el registro de los consumos de energía del año 2000, plan de trabajo estableciendo metas de ahorro, informes trimestrales de consumo de energía en el año en curso y en la parte de capacitación asistir al taller informativo, a talleres tecnológicos y cursos de especialización en materia de ahorro de energía.

⁸ Región Norte: Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas.

Región Centro: Aguascalientes, Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas.

Región Sur: Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

IV.5 Acciones próximas

De la experiencia obtenida a través de los años de la aplicación del programa se determinó que los valores de referencia de los índices de consumo debían ser revisados, para el 2002 se publicaron los nuevos valores de referencia. Asimismo, el programa no debería solamente enfocarse a inmuebles de uso administrativo por lo que para el año 2003 el programa había cambiado de nombre a Programa de Ahorro de Energía en la Administración Pública Federal, de esta manera era posible ir involucrando a otras áreas en el mismo.

Por otro lado, la publicación anual del programa se vio afectada año tras año al publicarse cada vez más hacia mediados del año, esto ocasionaba que las dependencias y entidades no contarán con el tiempo suficiente como para involucrar medidas de inversión y la capacitación en sus presupuestos anuales.

Por lo tanto, su publicación para el 2003 sería definitiva estableciendo las actividades por medio de un protocolo anual que la Conae determinaría y daría a conocer a más tardar la finales de enero de cada año.

Adicionalmente, se involucraron en una primera etapa el registro de sus parámetros eléctricos de facturación (factor de potencia, demanda, consumo, pago anuales), así como otro tipo de uso de inmuebles (educación, salud, comercial, turismo, etc.).

La información recopilada desde el inicio del Programa (1999) ha proporcionado una base de datos, por primera vez, sobre el comportamiento del uso final de la energía eléctrica de los inmuebles de uso administrativo en nuestro país.

En el siguiente capítulo se realiza un análisis de los datos que se han generado a partir de la entrada en vigor del programa mencionado.

CAPÍTULO V

Indicadores energéticos en inmuebles de uso administrativo del gobierno federal

Los índices energéticos son parámetros de referencia que permiten realizar comparaciones en instalaciones de usos iguales de la energía, tanto totales como en uso final de la misma. En este trabajo de tesis se analizarán los indicadores que están determinados por la cantidad de energía consumida en un año por metro cuadrado construido ($\text{kWh/m}^2\text{-año}$), tanto la cantidad de energía total y la utilizada para uso final en el sistema de iluminación.

Otro indicador analizado es el que corresponde a la cantidad de potencia demanda por el sistema de iluminación por metro cuadrado construido (W/m^2) tanto en el total del inmueble como zona. Reconociendo como una zona a un área con una actividad específica de trabajo, tales como: oficinas, cubículos, salas de juntas, pasillos, baños, etc.

Debido a que el consumo de energía depende del tipo de equipamiento instalado y operado, los inmuebles están divididos por uso del sistema de acondicionamiento ambiental.

Los valores analizados provienen del programa mencionado en el capítulo anterior, mismos que son comparados con los valores establecidos en el programa y en la norma que se comentó en el capítulo II. Asimismo, con valores internacionales de inmuebles con uso administrativo.

V.1 Obtención de datos

Los valores analizados provienen de las actividades propias del Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal, específicamente de tres fuentes: levantamiento de datos del sistema de iluminación, los resultados de los diagnósticos energéticos y de los registros de los inmuebles.

Toda la información analizada proviene de los inmuebles ubicados en el centro en el centro del país⁹, debido a que la mayor cantidad de información se concentraba en esta región.

Se analizaron 68 levantamientos de datos de donde se obtuvieron los índices de potencia en el inmueble y por zona, con la tecnología actual en el sistema de iluminación la cual consiste predominantemente en los sistemas fluorescentes convencionales¹⁰ y lámparas incandescentes¹¹.

Los datos para evaluar los índices de potencia por zona provienen de la zonificación que se realiza para llevar a cabo el levantamiento de información (Ver Anexo 1), se analizaron las zonas más representativas: almacenes, bodegas, áreas destinadas a computo, cuartos de máquina, estacionamientos, salas de juntas, oficinas, pasillos, subestaciones, salón de usos múltiples y vestíbulo. Este índice se determina por la carga conectada en el sistema de iluminación en la zona a analizar por superficie construida de la zona en estudio.

Para el caso del DPEA del total del inmueble se determina por la carga conectada en el sistema de iluminación total del inmueble por superficie construida del mismo.

Con la información del levantamiento de datos se elaboran los estudios del diagnóstico energético (Capítulo IV, IV.2 Estrategia de operación) enfocado al sistema de iluminación. De esta base de datos (68 estudios) se determinan los índices de consumo actuales de los inmuebles a través de la facturación anual, y los índices de consumo actuales por uso final en el sistema de iluminación.

⁹ Aguascalientes, Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas.

¹⁰ Lámparas fluorescentes T12 de pre-calentado de 15-20W, de arranque instantáneo de 21, 39 y 75 W y de arranque rápido de 20 y 40 W con balastro del tipo electromagnético. Los arreglos por lo general son de dos lámparas por balastro.

¹¹ Lámparas incandescentes de 60 y 75 W, así como lámparas dicróicas de 50 W.

Asimismo, en los diagnósticos se presentan medidas de ahorro de energía en el sistema de iluminación proponiendo la sustitución de los equipos actuales por eficientes¹² con la consecuente disminución en la demanda, consumo de energía y en el pago de la factura eléctrica.

En este sentido, se calculan los índices de consumo propuestos tomando en cuenta la disminución del consumo de energía por la sustitución de los equipos de iluminación. Los índices de consumo propuestos también son por inmueble y por uso final de la energía en iluminación.

El consumo de energía eléctrica está condicionado a cómo se use y con qué: el tipo de equipamiento, el clima, cantidad de personas, el uso del inmueble, etc. son factores que inciden directamente. Por lo cual, el análisis de los inmuebles están divididos por su uso del sistema de acondicionamiento ambiental.

La tercera fuente de información corresponde a los registros de los inmuebles de los consumos de energía (Ver Capítulo IV, IV.4 Alcances año 2000) de los años 1999 y 2000. Con esa información se obtuvieron los índices de consumo de energía correspondientes a los años mencionados.

El análisis de la información se realizó a través de un paquete de estadística. Como una primera aproximación se alimentó al paquete con toda la información recabada observándose una gran dispersión y puntos atípicos, lo que ocasionaba que la muestra no presentará una distribución normal. De acuerdo a la teoría de "homogeneidad en los errores" si los puntos atípicos son errores de la muestra se deben eliminar. En este sentido, se eliminaron los puntos atípicos obteniéndose muestras normalizadas.

¹² Sustitución de lámparas fluorescentes de T12 pre-calentado de 15-20 W, arranque rápido de 20 W e instantáneo 21 W por lámparas T8 17 W de arranque rápido. Sustitución de lámparas de arranque instantáneo de 39 W y de arranque rápido de 40 W por lámparas T8 de arranque rápido de 32 W y lámparas de arranque instantáneo T12 de 75 W por lámparas T8 de 60 W de arranque instantáneo Y balastros electromagnéticos híbridos, de alta eficiencia y electrónicos.

V.2 Índices de potencia eléctrica en el sistema de iluminación

Los índices de potencia eléctrica en el sistema de alumbrado que en este trabajo se analizan son por inmueble y por tipo de actividad, es decir por zonas. Para el caso de los índices por inmuebles, estos son divididos por el uso del sistema de aire acondicionado, así como con la tecnología actual y con la tecnología propuesta, al considerar el ahorro de energía por sustitución de tecnología.

Para ambos casos se calculan los estadísticos: media, máximo, mínimo y desviación estándar, siendo los valores a discutir los obtenidos en la media.

Este índice debe estar correlacionado con el nivel de iluminación, lamentablemente en los levantamientos de datos del sistema de iluminación no se tomó en cuenta su medición, debido principalmente a que no se contaba con el equipo de medición para llevarlo a cabo (luxometro), ni presupuesto para su adquisición.

V.2.1 Índices de potencia en el sistema de iluminación por zona

Como se comentó anteriormente los valores analizados provienen de los levantamientos de datos del sistema de iluminación que los usuarios llevaron a cabo con el fin de que se les proporcionara un diagnóstico energético en el sistema de iluminación. Los resultados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Datos estadísticos del índice de potencia eléctrica por zona (W/m^2)

Zona	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	% de desviación
Almacén	13.20	27.85	2.07	6.33	47.95
Bodega	13.18	34.95	0.61	8.10	61.46
Computo	17.89	36.46	0.98	7.44	41.59
Cuarto de máquinas	8.07	17.90	0.46	3.74	46.34

Tabla 4 (continuación). Datos estadísticos del índice de potencia eléctrica por zona (W/m²)

Zona	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	% de desviación
Estacionamiento	2.57	6.30	0.41	1.39	54.09
Sala de juntas	18.64	39.83	2.46	8.37	44.9
Oficinas	16.40	33.89	1.00	7.01	42.74
Pasillos	13.51	32.95	0.28	7.63	56.48
Subestación	8.85	19.75	0.54	4.46	50.39
Salón de usos múltiples	16.61	36.51	1.10	7.66	46.12
Vestíbulos	13.51	36.00	0.02	8.19	60.62

Fuente: Elaboración Propia. Base de datos de los diagnósticos energéticos realizados en el sistema de iluminación de los inmuebles incorporados al Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal.

En la tabla anterior se observa que los valores de las desviaciones estándar representan más del 40% de la media, por lo tanto la muestra tiene dispersión en los datos, aún y cuando fueron eliminados los puntos atípicos para obtener una muestra normalizada.

Se observa que la zona con un menor índice de potencia es la de estacionamientos (2.57 W/m²), mientras que la más alta es la de sala de juntas (18.64 W/m²). Por otro lado, las zonas de: almacenes, bodegas y pasillos, las tienen valores muy similares (13.2, 13.18 y 13.5 respectivamente). Estos representan alrededor del 70% de la sala de juntas, la actividad que se realiza en ellas no requiere de un nivel de iluminación como el que se requiere en una sala de juntas, por lo tanto se puede deducir que existe un exceso de luminarias, tecnología ineficiente, exceso de iluminación (para un área como esa) o una combinación de las anteriores.

En el caso oficinas (16.4 W/m^2), estas zonas representan el 82%, presentándose el mismo caso que en las salas de junta. De esta manera se observa que los inmuebles analizados fueron diseñados sin tomar en cuenta la actividad a realizar, es decir, el nivel de iluminación es homogéneo en todo el inmueble.

Esta información puede servir de referencia para comparaciones entre inmuebles con el mismo tipo uso y con las mismas zonas. Sin embargo, debido a la gran dispersión que se ve en los resultados del análisis, las comparaciones no serían confiables. Para tener referencias con una mayor certidumbre se necesita un análisis estadístico con mayor detalle, involucrando teoría de series de tiempo, análisis de regresión o de experimentos. Así como definir filtros en la información entregada, como ya se mencionó esta actividad depende de los operadores de los inmuebles y muchas de las veces ésta no es confiable.

V.2.2 Índices de potencia en el sistema de iluminación por inmueble

En este caso los inmuebles fueron divididos por el uso del sistema del aire acondicionado. Observándose que no existe una diferencia significativa, ya que la capacidad instalada en el sistema de aire acondicionado es independiente del de iluminación. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Densidad de potencia por inmueble que cuenta con el sistema de aire acondicionado

	Unidad	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	% de desviación
INMUEBLES CON AIRE ACONDICIONADO						
DPEA actual	W/m^2	12.03	19.99	7.10	3.21	26.6
DPEA propuesto	W/m^2	8.29	13.02	4.03	2.14	25.7
INMUEBLES SIN AIRE ACONDICIONADO						
DPEA actual	W/m^2	11.95	18.79	6.42	3.99	33.4
DPEA propuesto	W/m^2	8.04	11.52	5.70	1.86	23.1

Fuente: Elaboración Propia. Base de datos de los estudios realizados en el sistema de iluminación de los inmuebles incorporados al Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal.

La desviación estándar no es mayor al 35%, lo cual demuestra que la dispersión en los datos es aceptable y por lo tanto confiable para comparaciones futuras, de acuerdo a lo que los especialistas en estadística descriptiva opinan.

La diferencia entre los valores de la media en un inmueble que cuenta con aire acondicionado y no, no es sensible 12.03 W/m^2 Vs 11.95 W/m^2 , en los valores de los rangos tampoco se observa una diferencia significativa. Para el caso de los valores propuestos se presenta el mismo caso. Es importante mencionar que la propuesta de cambio contempla medidas económicamente y técnicamente viables, entonces es posible bajar aún más el índice si se considera tecnología de punta, sin perder de vista el nivel de iluminación que necesitan los usuarios, el cual podría tener un impacto importante sobre la reducción del índice.

Es evidente, que el hecho de que opere o no opere el sistema de aire acondicionado no afecta a los resultados obtenidos del análisis estadístico.

V.3 Índices de consumo de energía eléctrica

Los índices de consumo están definidos como la energía consumida durante un año (kWh/año) por superficie de construcción (m^2). En este trabajo de tesis se procesa información para obtener índices de consumo de energía correspondientes al sistema de iluminación y total, es decir, el consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación durante un año y el consumo de energía eléctrica en todo el inmueble durante un año.

Como el consumo de energía eléctrica está condicionado a varios factores como: el tipo de equipamiento, el clima, cantidad de personas, el uso de inmueble, etc. El estudio de los inmuebles localizados en el centro del país fueron divididos en los que cuentan con el sistema de aire acondicionado y los que no tienen aire acondicionado.

En esta parte se trabajó con la información y resultados de los diagnósticos energéticos y los registros de consumos de energía de 1999 y los reportes trimestrales de los consumos de energía del año 2000 (Ver Capítulo IV, IV.4 Alcances año 2000).

V.3.1 Índices de consumo de energía eléctrica en inmuebles que no cuentan con aire acondicionado

La información analizada pertenece a nueve inmuebles (10 edificios) con un área total construida de 86,166 m² en donde se encuentran 5,157 personas. El resumen de los resultados estadísticos de los datos corregidos correspondientes a los inmuebles que no cuentan con aire acondicionado que se encuentran ubicados en la parte centro del país se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Datos estadísticos de los inmuebles que no cuentan con aire acondicionado. Información general

Concepto	Unidad	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	% de desviación
Personas por cada 15 m ²	Personas/15m ²	0.92	1.40	0.40	0.34	36.95
Luminarios por cada 15 m ²	Luminarios/15m ²	2.22	3.00	1.00	0.83	37.38
Inversión ¹³ por cada m ²	\$/m ²	41.22	76.00	3.00	32.83	79.64
Porcentaje de carga de iluminación	%	63.60	93.01	36.94	18.28	28.74
Porcentaje de sustitución	%	66.75	100.00	15.52	40.81	61.14

¹³ La inversión es la estimada al realizar la sustitución del sistema de iluminación actual por uno eficiente

Tabla 6 (continuación). Datos estadísticos de los inmuebles que no cuentan con aire acondicionado. Indicadores energéticos

Concepto	Unidad	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	% de desviación
ICEE en ahorro en consumo	kWh/m ² -año	15.93	25.82	3.85	10.19	62.40
ICEE actual en el sistema de iluminación	kWh/m ² -año	43.23	97.29	20.67	22.56	52.18
ICEE propuesto en el sistema de iluminación	kWh/m ² -año	26.55	39.77	12.21	9.13	34.39
ICEE actual en el inmueble	kWh/m ² -año	76.21	110.33	36.53	27.01	35.44
ICEE propuesto en el inmueble	kWh/m ² -año	59.53	108.91	22.72	27.37	45.98
ICEE de la facturación 1999	kWh/m ² -año	67.18	110.04	29.92	24.98	37.18
ICEE de la facturación 2000	kWh/m ² -año	64.83	105.76	23.46	24.42	37.7

Fuente: Elaboración Propia. Base de datos de los estudios realizados en el sistema de iluminación de los inmuebles incorporados al Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal.

NOTA: ICEE: Índice de consumo de energía eléctrica.

Se observa que la ocupación en los inmuebles es en promedio una persona por cada 15 m² construidos, una densidad amplia considerando que existen políticas para ocupación de una persona por cada 5 m². No hay que perder de vista que CABIN establece superficie máxima a ocupar de acuerdo al nivel de los funcionarios. Existen de 3 a 1 luminarios¹⁴ por cada 15 m² construidos con una media de 2. El sembrado de los luminarios está disperso y es posible que esté influenciado por el alumbrado exterior. La inversión necesaria para realizar la sustitución del sistema de iluminación es en promedio 41.22 \$/m² construido, con un mínimo de 3 a 76 \$/m², teniendo una alta dispersión en los datos como se puede apreciar.

¹⁴ Se identifica como luminario al conjunto lámpara-balastro, o lámpara sola en caso de que ésta no requiera un balastro para su encendido (incandescentes).

El porcentaje de carga en el sistema de iluminación representa en promedio 63.6% de la carga total instalada en los inmuebles, con un rango de 93.01 a 36.94%. Es posible sustituir, económicamente y técnicamente, el sistema de iluminación en un 51.91% en promedio. El ahorro en el consumo de energía eléctrica anual por metro cuadrado construido tiene una media de 15.93 kWh/m²-año con un máximo de 25.80 y un mínimo de 3.85 kWh/m²-año, la dispersión en los datos está definida por la cantidad de sistemas que existen en los inmuebles en donde algunos no es posibles su sustitución ya sea porque se cuenta con tecnología eficiente o porque no es económicamente viable su sustitución.

El índice de consumo de energía eléctrica actual en el sistema de iluminación se refiere a la cantidad de energía eléctrica que consumió durante 1998 el sistema de iluminación por metro cuadrado, este índice tiene una media de 43.23 con un rango de 20.67 a 97.29 kWh/m²-año. Al aplicar las medidas de ahorro de energía, económicamente y técnicamente viables, éste puede ser disminuido hasta 26.55 con un rango de 12.21 a 39.77 kWh/m²-año.

El índice de consumo de energía eléctrica actual en el inmueble se refiere a la cantidad de energía eléctrica que consumió durante 1998 el inmueble en su totalidad por metro cuadrado, este índice tiene una media de 76.21 kWh/m²-año con un rango de 36.53 a 110.33 kWh/m²-año. Al aplicar las medidas de ahorro de energía en el sistema de iluminación, estas impactan en el total de manera que este índice puede disminuirse hasta 59.53 kWh/m²-año con un rango que va desde 22.72 hasta 108.81 kWh/m²-año.

El índice de consumo de energía eléctrica de facturación 1999 indica la cantidad de energía consumida en el año a través de los recibos de energía y es un parámetro de comparación entre lo que se estimó que se podría ahorrar al sustituir el sistema de iluminación (ICEE propuesto) y el ahorro real al verificar la disminución de los consumos vía las facturaciones eléctricas.

En este sentido, el índice tiene una media de 67.18 con un rango de 29.92 a 110.04 kWh/m²-año que comparado con el índice actual (76.21 kWh/m²-año), éste es menor en un 12%. Esto indica que se aplicaron medidas de ahorro de energía. Sin embargo, es imposible determinar cuales fueron las medidas que influyeron en la disminución del índice de consumo de energía. Sabiendo que un factor importante fue la entrada en vigor de la Norma que Regula las Jornadas de Trabajo en la Administración Pública Federal que fue publicada el 15 de marzo de 1999 en el DOF.

Por otro lado, el índice de consumo en el año 2000, de acuerdo a los recibos de energía, presenta una media de 64.83 con un rango de 23.46 a 105.76 kWh/m²-año, éste comparado con el año de referencia (1998) es 15% menor y es 3.5 % con respecto al año anterior (1999). El índice de consumo ha estado disminuyendo aunque no en forma continúa y como se observa en forma desacelerada.

V.3.2 Índices de consumo de energía eléctrica en inmuebles que cuentan con aire acondicionado

La información analizada pertenece a 59 inmuebles (175 edificios) con un área total construida de 1,685,619 m² en donde se encuentran 81,337 personas. El resumen de los resultados estadísticos de los datos corregidos correspondientes a los inmuebles que no cuentan con aire acondicionado que se encuentran ubicados en la parte centro del país se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Datos estadísticos de los inmuebles que cuentan con aire acondicionado. Información general

	Unidad	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	% de desviación
Personas por cada 15 m ²	Personas/15m ²	0.80	1.60	0.20	0.37	46.25
Luminarios por cada 15 m ²	Luminarios/15m ²	2.00	3.20	1.10	0.48	24.00
Inversión ¹⁵ por cada m ²	\$/m ²	37.03	60.50	11.2	14.57	39.37
Toneladas de refrigeración	TR	203.81	560.00	2.00	166.74	81.81
Porcentaje de carga de iluminación	%	57.13	95.12	22.56	19.98	34.97
Porcentaje de sustitución	%	51.19	99.76	2.97	37.29	72.85

¹⁵ La inversión es la estimada al realizar la sustitución del sistema de iluminación actual por uno eficiente

Tabla 7 (continuación). Datos estadísticos de los inmuebles que cuentan con aire acondicionado. Indicadores energéticos

	Unidad	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	% de desviación
ICEE en ahorro en consumo	kWh/m ² -año	13.03	26.40	0.80	9.12	70.00
ICEE actual en el sistema de iluminación	kWh/m ² -año	38.04	75.05	19.26	12.74	33.49
ICEE propuesto en el sistema de iluminación	kWh/m ² -año	26.67	52.03	9.26	9.26	34.72
ICEE actual en el inmueble	kWh/m ² -año	94.94	203.43	43.12	33.25	35.02
ICEE propuesto en el inmueble	kWh/m ² -año	84.28	191.15	29.68	33.72	40.00
ICEE de la facturación 1999	kWh/m ² -año	83.42	175.12	36.96	30.46	36.51
ICEE de la facturación 2000	kWh/m ² -año	81.48	170.37	32.89	32.65	32.65

Fuente: Elaboración Propia. Base de datos de los estudios realizados en el sistema de iluminación de los inmuebles incorporados al Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal.

NOTA: ICEE: Índice de consumo de energía eléctrica.

La ocupación en los inmuebles es en promedio una persona por cada 15 m² construidos, lo cual concuerda con los inmuebles que no cuentan con el sistema de aire acondicionado. Existen de 3 a 1 luminarios por cada 15 m² construidos con una media de 2. El mismo caso para los inmuebles anteriormente analizados. La inversión necesaria para realizar la sustitución del sistema de iluminación es en promedio 37.03 \$/m² construido, con un mínimo de 11.23 a 60.5 \$/m², teniendo una alta dispersión en los datos como se puede apreciar.

En lo que se refiere a la capacidad en el sistema de aire acondicionado, se analizó como una primera aproximación y para homogeneizar la información m² por capacidad en toneladas de refrigeración (TR) pero los valores no mostraron un patrón, de hecho los datos mostraban incoherencias. Así que, de manera ilustrativa se mencionan los estadísticos: la media es de 204 TR con un rango de 2 a 560 TR.

El porcentaje de carga en el sistema de iluminación representa en promedio 57.13% de la carga total conectada con un mínimo de 22.56 a 95.12%. En un inmueble que cuenta con aire acondicionado no es posible que la iluminación represente el 95.12% de la carga total, con lo que ratificamos lo comentado en el párrafo anterior.

Es posible reemplazar el sistema de iluminación, económicamente y técnicamente, de un 99.76 al 2.97% con una media de 51.19%. El ahorro en el consumo de energía eléctrica al año y por superficie construida (kWh/m²-año) tiene una media de 13.03 kWh/m²-año con un máximo de 26.40 y un mínimo de 0.80 kWh/m²-año.

El índice de consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación se refiere a la cantidad de energía eléctrica que consumió durante 1998, el sistema de iluminación por metro cuadrado, este índice tiene una media de 38 con un rango de 19 a 75 kWh/m²-año. Al aplicar las medidas de ahorro de energía, económicamente y técnicamente viables, éste puede ser disminuido hasta 27 con un rango de 9 a 52 kWh/m²-año.

El índice de consumo de energía eléctrica actual en el inmueble se refiere a la cantidad de energía eléctrica que consumió el inmueble durante 1998 por metro cuadrado, este índice tiene una media de 94.94 kWh/m²-año con un rango de 43.12 a 203.43 kWh/m²-año. Al aplicar las medidas de ahorro de energía en el sistema de iluminación, estas impactan en el total de manera que este índice puede disminuirse hasta 84.28 kWh/m²-año con un rango que va desde 29.68 hasta 191.15 kWh/m²-año.

El índice de consumo de energía eléctrica 1999 indica la cantidad de energía consumida en el año a través de los recibos de energía y también es un parámetro de comparación, funcionando de la misma manera que el para inmuebles sin aire acondicionado.

Este índice tiene una media de 83.42 con un rango de 36.96 a 175.12 kWh/m²-año que comparado con el índice actual (94.94 kWh/m²-año) éste es menor en un 12%. Asimismo, la diferencia entre este índice y el propuesto (84.28 kWh/m²-año) es del 1%. Claramente, los números indican que algo se hizo para reducir el índice de 1998, la norma que regula las jornadas de trabajo seguramente fue un factor importante en esta reducción de consumo de energía eléctrica.

Por otro lado, el índice de consumo reportado durante el año 2000, presenta una media de 81.48 con un rango de 32.89 a 170.37 kWh/m²-año, éste comparado con el año de referencia (1998) es 14% más pequeño y es 2 % con respecto al año anterior (1999). Ratificando lo comentado para el análisis de los inmuebles sin aire acondicionado

V.3.3 Observaciones generales: indicadores energéticos de consumo de energía eléctrica

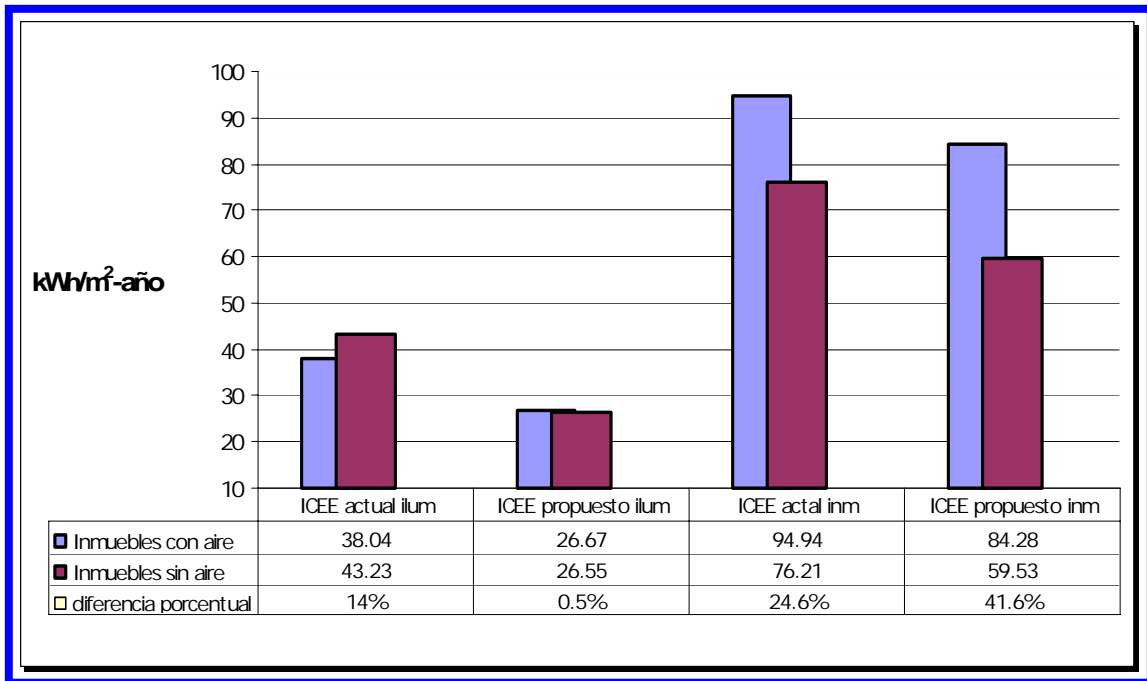
De la comparación realizada entre los inmuebles que cuentan con el sistema de aire acondicionado y los que no, se observa que los inmuebles que no cuentan con aire acondicionado tienen una carga mayor en lo que corresponde al sistema de iluminación (63.6%), su índice de densidad de energía eléctrica es de 76.21 kWh/m²-año, mientras que para los inmuebles que tiene aire acondicionado instalado, su índice de densidad de energía eléctrica es de 94.94 kWh/m²-año.

Era de esperarse que, en el caso de los inmuebles que cuentan con aire acondicionado su consumo de energía fuera superior a un inmueble que no cuenta con este tipo de equipo, asimismo que su carga instalada en iluminación sea menor. En un inmueble que cuenta con aire acondicionado su carga principal está en ese sistema, pasando el sistema de iluminación a segundo termino.

El índice que se puede alcanzar al sustituir el sistema de iluminación en los inmuebles que cuentan con aire acondicionado es de 84.28 kWh/m²-año mientras que para inmuebles que no tienen aire acondicionado es de 59.53 kWh/m²-año. Observándose que la diferencia que existe entre estos es el sistema de aire acondicionado, principalmente.

En lo que respecta al índice de densidad de energía eléctrica en el sistema de iluminación, éste es superior en los inmuebles que no cuentan con aire acondicionado (43 kWh/m²-año) que los que no tienen este tipo de sistema instalado (38 kWh/m²-año). Sin embargo, si se aplican las medidas de ahorro de energía la diferencia entre ellos es prácticamente nula. Ver Gráfica 5.

Gráfica 5. Índices Promedio de Consumo de Energía Eléctrica



Fuente: Elaboración Propia. Resultados de los análisis estadísticos de la base de datos de los estudios realizados en el sistema de iluminación de los inmuebles incorporados al Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal

CAPÍTULO VI

Discusión sobre indicadores energéticos nacionales e internacionales

En este capítulo se realiza una comparación entre los indicadores energéticos obtenidos en este trabajo de tesis y los índices de eficiencia energética nacionales e internacionales.

Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica de los índices de eficiencia energética a nivel internacional se encontró que Estados Unidos de América y algunos países de Europa cuentan con una mayor cantidad de información.

Para el caso nacional se tiene lo que establece la NOM-007-ENER-1995 (Ver Capítulo II) y el Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Federal (programa APF) (Ver Capítulo IV).

VI.1 Indicadores energéticos nacionales

En la Tabla 8 se muestran los valores correspondientes a los indicadores energéticos por consumo de energía eléctrica, los que establece el programa de APF y los que se obtuvieron en el presente trabajo.

Tabla 8. Índices de consumo de energía eléctrica (ICEE)

Fuentes de información	ICEE (kWh/m ² -año)	
	Con aire	Sin aire
Programa APF centro	95.00	75.00
Actual en el inmueble	94.94	76.21
Propuesto en el inmueble	84.28	59.53

Fuente: Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Federal publicado en el DOF el 2 de abril del 2001 y elaboración Propia. Base de datos de los estudios realizados en el sistema de iluminación de los inmuebles incorporados al Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal

Se observa que el valor establecido por el programa APF, para el caso de los inmuebles que cuentan con el sistema de aire acondicionado es prácticamente el mismo que el que se obtuvo del análisis en los inmuebles con la tecnología actual en el sistema de iluminación. Existe una diferencia del 11% entre el ICEE establecido por el programa y el propuesto al sustituir el sistema de iluminación.

En este sentido, el ICEE que se establece en el programa de APF no refleja un consumo eficiente de energía eléctrica está calculado para que la mayoría de los inmuebles lo cumplan.

En el caso de los inmuebles que no cuentan con el sistema de aire acondicionado el valor que establece el programa de APF es 2% menor al que obtuvo del análisis en los inmuebles con la tecnología actual en el sistema de iluminación. La diferencia entre el valor propuesto al sustituir el sistema de iluminación y el valor establecido en el programa APF es del 21%. Observándose que éste tampoco refleja un consumo eficiente de la energía eléctrica.

En la Tabla 9 se muestran los valores correspondientes a los indicadores energéticos por demanda de energía eléctrica (DPEA), los que establece el programa de APF y los que se obtuvieron en el presente trabajo.

Tabla 9. Índices de potencia de energía eléctrica (DPEA)

Fuentes de información	DPEA (W/m ²)	
	Con aire acondicionado	Sin aire acondicionado
NOM-007-ENER-1995	16.00	16.00
Actual por inmueble	12.03	11.95
Propuesto por inmueble	8.29	8.04

Fuente: NOM-007-ENER-1995 publicada en el DOF el 1 de septiembre del 1995 y elaboración Propia. Base de datos de los estudios realizados en el sistema de iluminación de los inmuebles incorporados al Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal.

El valor establecido por la norma para inmuebles de uso administrativo está alrededor 25% por arriba del que se obtuvo del análisis de los inmuebles con la tecnología actual en el sistema de iluminación. Y prácticamente del 50% del DPEA propuesto al sustituir el sistema de iluminación actual por uno eficiente.

Es evidente que el valor que la norma establece es “laxo”, es decir un inmueble con tecnología convencional cumple con la misma, no reflejando un uso eficiente de la energía. Asimismo, el DPEA actual pertenece a inmuebles con una antigüedad mayor a 10 años y por ende con tecnología obsoleta y vieja, incluso algunos de los sistemas encontrados instalados ya no se usan. Se observa claramente que la norma no restringe el uso de equipos de iluminación de tecnología obsoleta. Premisas que se contradicen con lo que originalmente se planteó en la norma (Ver Capítulo II, II.3 Determinación de la DPEA).

VI.2 Indicadores energéticos internacionales

Para el caso de los indicadores internacionales se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica sobre que países aplican o cuentan con este tipo información. En la Tabla 10 se muestran los resultados obtenidos de esta búsqueda en países Europeos.

Tabla 10. Comparación de indicadores energéticos en inmuebles de uso administrativo en Europa con los obtenidos en el presente trabajo

País ^B	Inmueble	Personas	Superficie (m ²)	kWh/m ² -año	W/m ²
				Iluminación	
México región centro ^A	Con aire con tecnología actual	777	20,514	38.04	12.03
	Con aire con tecnología propuesto			26.67	8.29
Francia	La torre Elf	4,000	57,778	29.00	10.00
Alemania	Standtsparkasse	N.D.	10,500	30.00	14.00
Grecia	TEV S.A.	N.D.	370	25.00	N.D.
Grecia	Nacionale Nederlanden	N.D.	5,500	25.00	N.D.
Italia	Rusconi Editore	N.D.	14,300	N.D.	N.D.
Italia	ENEA	N.D.	290	15.00	10.00
Países bajos	Municipal Hall	N.D.	410	15.00	6.80
Países bajos	Delftse Poort	N.D.	45,000	27.00	15.00

Tabla 10 (continuación). Comparación de indicadores energéticos en inmuebles de uso administrativo en Europa con los obtenidos en el presente trabajo.

País ^B	Inmueble	Personas	Superficie (m ²)	kWh/m ² -año	W/m ²
Portugal	Banco comercial	N.D.	5,600	75.00	N.D.
España	Delegación de Hacienda	265	6,895	32.00	N.D.
Reino Unido	One Bridewell	310	6,360	30.00	12.00
Reino Unido	Watter Company	N.D.	2,860	19.00	10.00

N.D. No disponible

^A Elaboración Propia. Base de datos de los estudios realizados en el sistema de iluminación de los inmuebles incorporados al Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal.

^B A thermie Programme Action, Energy Efficient Lighting in Buildings, BRECSU - OPET. For the Commission of the European Communities, Directorate-General XVII for Energy. Building Research Establishment, Garston, Watford, United Kingdom, WD2 7 JR.

Las comparaciones con los valores obtenidos en la búsqueda bibliográfica serán contra el correspondiente en los inmuebles que cuentan con aire acondicionado, y con índices con el sistema de iluminación actual.

En el caso de los índices de consumo por uso final en el sistema de iluminación existe una alta dispersión en los valores investigados contra el obtenido (38.04 kWh/m²-año) en el presente trabajo; El mínimo (15 kWh/m²-año) se encuentra 61% por abajo, mientras que para el valor máximo (75 kWh/m²-año) se encuentra 97% por arriba. Sin embargo, el valor promedio (28.3 kWh/m²-año) (no tomando en cuenta los valores mencionados) presenta una diferencia del 26% por abajo del valor obtenido.

Si para las comparaciones son en base al índice de consumo propuesto al sustituir el sistema de iluminación, la diferencia con respecto al valor promedio (28.3 kWh/m²-año) es de un 6% por arriba del valor obtenido.

Esto indica que el índice de consumo anual para el sistema de iluminación con tecnología eficiente en los inmuebles de oficinas ubicados en el centro del país no se encuentra tan lejano del promedio de inmuebles destinados para el mismo uso ubicados en Europa, esto nos dice que la tecnología para el sistema de iluminación no presenta mucha diferencia. Asimismo, esto no sucedería si habláramos del índice total ya que éste involucraría el sistema de aire

acondicionado y seguramente el de calefacción, éste último no existe en el tipo de inmuebles estudiados.

Para el caso del índice de potencia en el sistema de iluminación existe, también, una alta dispersión en los valores en donde se observa valores por debajo en un 43% (6.8 W/m^2) hasta valores por arriba en un 25% (15 W/m^2) con respecto al índice de potencia actual. Las diferencias pueden ser por el tipo de tecnología en iluminación, el sembrado de lámparas o los niveles de iluminación, sin poder especificar a que se debe esa dispersión.

En la Tabla 11 se muestra la información recopilada de indicadores energéticos de inmuebles de uso administrativo de los Estados Unidos de América, así como los valores obtenidos en el presente trabajo.

Tabla 11. Indicadores energéticos en inmuebles de uso administrativo en Estados Unidos de América con los obtenidos en el presente trabajo.

Tipo de inmueble		kWh/m ² -año		W/m ²
		Iluminación	Total	Iluminación
Inmuebles con aire acondicionado ubicados en el centro del País ^A	Oficinas con tecnología actual	38.04	94.94	12.03
	Oficinas con tecnología propuesta	26.67	84.28	8.29
Caso: Internacional	Oficinas ^B	60.65	176.73	---
	Oficinas ^C	---	227.00	---
	Oficinas de Gobierno ^D	90.42	224.97	27.99
	Oficinas ^E	---		14.00

^A Elaboración Propia. Base de datos de los estudios realizados en el sistema de iluminación de los inmuebles incorporados al Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal.

^B Lawrence Berkeley Laboratory University of California. Energy & Environment Division, Measured Commercial Load Shapes and Energy-Use Intensities and Validation of the LBL End-use Disaggregation Algorithm. H. Arkbari, L. Rainer, K. Heinemeier, J. Huang. January 1993. Ver Anexo 3.

^C Energy Information Administration, Department of Energy, Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS), 1999 <http://www.eia.doe.gov/> . Ver Anexo 3.

^D ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Commercial Performance: Analysis and Measurement, panel 3, Commercial Performance Analysis and Measurement, 1992.

^E www.energycodes.gov/implement/determinations_com_exp.stm. Dato del año de 1999.

Los índices de consumo están divididos por uso final en el sistema de iluminación, así como por el total del inmueble, para el caso del índice de potencia éste es sobre la capacidad instalada en el sistema de iluminación.

Para el índice de consumo por inmueble, el valor máximo (227 kWh/m²-año) que presentan inmuebles de oficinas en Estados Unidos está 139% por encima del valor obtenido en el presente trabajo con la tecnología actual en el sistema de iluminación (94.94 kWh/m²-año), mientras que el valor mínimo (176.7 kWh/m²-año) se encuentra 86% por arriba.

En el caso de los índices de consumo para el uso final en iluminación el valor máximo (90.42 kWh/m²-año) que se presenta en oficinas de gobierno del estudio de ACEE está 138% por encima del valor obtenido en el presente trabajo (38.04 kWh/m²-año), el valor mínimo (60.65 kWh/m²-año) está 59% por arriba del índice en el estudio de Lawrence Berkeley.

Las comparaciones se llevaron a cabo con el valor más alto el cual corresponde al de los inmuebles que cuentan con aire acondicionado y con la tecnología actual en el sistema de iluminación, y las diferencias son todas superiores, para el caso del índice de consumo total el rango se encuentra de 86% a 136% y para el caso del índice por uso final las diferencias son del 59% al 138%.

La densidad de potencia eléctrica (DPEA) o índices de potencia se define como la carga instalada del sistema de iluminación por metro cuadrado construido. El valor obtenido es de 12.03 W/m² con la tecnología actual, al realizar el cálculo de disminución de carga instalada por concepto de cambio del sistema de iluminación éste sería de 8.29 W/m².

Para el caso de los DPEA internacionales investigados las diferencias son importantes, el estudio de ACEE (27.99 W/m²) presenta 132.7% arriba del valor obtenido (12.03 W/m²) así como para el estudio del Energy codes (14 W/m²) 16% arriba del valor mencionado.

De esta comparación se observa un patrón de comportamiento con respecto a los indicadores energéticos de los valores analizados, es decir, los valores obtenidos en este trabajo son menores y por mucho con respecto a los indicadores en los inmuebles de Estados Unidos, mientras que para los Europeos estos presentan una diferencia menor.

Sin embargo, el hecho de contar con indicadores menores no determina que se está haciendo un consumo eficiente de la energía eléctrica simplemente marca una diferencial en la forma y con qué se consume la energía debido a factores como: la tecnología instalada en el inmueble (iluminación, equipo para acondicionamiento ambiental, calefacción, equipo de computo, misceláneos, etc), los hábitos de uso son muy importantes para el consumo de la energía eléctrica, así como las condiciones climáticas.

VI.2.1 Índices de potencia de energía en inmuebles de uso administrativo dividido por tipo de actividad (zonificación).

En este caso se analizó la información de 68 levantamientos de datos del sistema de iluminación de inmuebles destinados al uso administrativo. Se utilizó, como en el análisis de los indicadores energéticos, un paquete estadístico para determinar un valor medio de una muestra normal.

Cabe mencionar que en los censos existen más zonas de las que en el presente trabajo se estudiaron, eligiendo las más representativas para ser comparadas con los valores internacionales.

En la Tabla 12 se muestran los valores de los índices de potencia en el sistema de iluminación por zona, comparándolas con los obtenidos en el presente trabajo y los que establece American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers / Illuminating Engineering Society of North America (ASHRAE/IESNA 90.1-1999).

Tabla 12. Índices de potencia en el sistema de iluminación por zona W/m².

	ASHRAE/IESNA ^A	Valor de inm sist ilm act ^B
Inmueble de oficina	14	12.03 8.29
Zonas en inmuebles de oficina		
eléctrico / mecánico	10.5	8.07
almacenamiento	11.3	13.2
escaleras	7.2	N.D.
corredor	5.6	13.51
baños	8	N.D.
vestíbulo para cada piso adicional	1.6	N.D.
vestíbulo para los tres primeros pisos	10.5	N.D.
lobby	14.5	13.51
salón de tareas, lectura, entretenimiento	12.9	N.D.
conferencias, reuniones, multiusos	12.1	16.61
oficina abierta	10.5	N.D.
oficina cerrada	12.1	16.4

^A (Illuminating Engineering Society Of North America) IESNA Recommended procedure for determining interior and exterior lighting power allowances. ASHRAE/IESNA 90.1-1999.

^B Elaboración propia. Base de datos de 68 censos del sistemas de iluminación (10,000 datos en total).

Valor de inm sist ilm act : Valor índice de potencia (DPEA) de inmuebles con el sistema de iluminación actual.

N.D. : Dato no disponible

Como se mencionó anteriormente, el índice de potencia en iluminación (DPEA) para inmuebles destinados para uso administrativo no se ve afectado por el uso de otra tecnología como puede ser la de aire acondicionado. Por lo tanto, se analizan los valores obtenidos en los inmuebles que cuentan con aire acondicionado por ser los afines a los inmuebles con lo que se comparan.

Para el caso del valor que establece la ASHRAE/IESNA, éste (14.00 W/m²) se encuentra 16% por arriba del valor obtenido con la tecnología actual (12.03 W/m²) y 69% para el valor calculado con la tecnología propuesta (8.29 W/m²).

En lo que respecta a los valores por tipo zona, se puede observar que en el presente trabajo no se estudiaron los mismos a los que hace mención la ASHRAE/IESNA debido a que no se contaba con la información en los levantamientos de datos del sistema de iluminación analizados.

Se observa que hay diferencias entre las zonas que van desde un 7% por arriba hasta un 59% por abajo con respecto a los valores establecidos por ASHRAE/IESNA, siendo el valor que presenta menos dispersión el que corresponde a la zona de lobby mientras que el que presenta una mayor dispersión es la zona de corredores presente en los inmuebles analizados en el trabajo.

Uno de las zonas más importantes corresponde a la de oficinas cerradas presentando una diferencia del 26% por abajo del valor analizado. Asimismo, la zona de: salas de conferencias, reuniones o multiusos presenta una diferencia de 26% por abajo del valor analizado correspondiente.

Si bien el DPEA total del inmueble para el caso de los valores analizados en el presente trabajo es menor del que establece la ASHRAE/IESNA, el análisis por zona es totalmente diferente, encontrándose valores por encima de los de la ASHRAE/IESNA. Esto puede ser porque en los inmuebles analizados no existe un proyecto de iluminación, respetando las recomendaciones de niveles de iluminación por tipo de actividad.

Los proyectos son diseñados con un solo nivel de iluminación, por lo tanto el sembrado de lámparas es el mismo para cualquier tipo de zona. Adicionalmente, los inmuebles se diseñan para una cierta cantidad de oficinas, pasillos, etc., teniendo modificaciones durante la vida útil del inmueble. Es decir, en donde hace unos años había una oficina ahora es un pasillo o una bodega, etc.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se analizó la información obtenida dentro del Programa de Ahorro de Energía en la Administración Pública Federal (programa de APF) con el propósito de obtener valores de referencia con un mayor detalle de análisis y compararlos con los valores nacionales e internacionales.

El programa aplicó a todos los inmuebles de la República Mexicana. Sin embargo, la información se concentra en los inmuebles ubicados en el centro del país de esta manera el análisis se enfocó a estos inmuebles, separándolos por uso del sistema de aire acondicionado, debido su impacto en el consumo de energía eléctrica.

Se analizaron índices de potencia eléctrica (DPEA) y de consumo de energía. Los primeros referidos al uso final en el sistema de iluminación por inmueble en su conjunto, así como por zona, las más representativas en el mismo. Para los segundos, estos se dividieron en dos: por uso final de energía en el sistema de iluminación y por consumo total de energía del inmueble.

De los análisis realizados se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13. Resultados de los análisis de los indicadores energéticos por consumo de energía eléctrica y por potencia

Fuentes de información	ICEE (kWh/m ² -año)	
	Con aire	Sin aire
Programa APF centro	95.00	75.00
Actual por inmueble	94.94	76.21
Propuesto por inmueble	84.28	59.53
DPEA (W/m²)		
NOM-007-ENER-1995	16.00	16.00
Actual por inmueble	12.03	11.95
Propuesto por inmueble	8.29	8.04

Fuente: Elaboración Propia. Base de datos de los estudios realizados en el sistema de iluminación de los inmuebles incorporados al Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal.

En la tabla anterior se observa, que para el caso de los índices de consumo de energía eléctrica en el total del inmueble con la tecnología actual en el sistema de iluminación éste es prácticamente el mismo que establece el programa de APF para inmuebles que cuentan con el sistema de aire acondicionado, al obtener el índice de consumo propuesto, es decir al sustituir del sistema de iluminación actual, la diferencia con respecto al valor que establece el programa es de 11% menor.

Las diferencias entre el índice que establece el programa para inmuebles que no cuentan con el sistema de aire acondicionado y el valor analizado para inmuebles con el equipo actual en el sistema de iluminación es 2% menor y 21% menor para el valor propuesto al sustituir el sistema de iluminación.

Es claro que los valores que establece el programa para inmuebles de uso administrativo no reflejan un uso eficiente de la energía eléctrica, observándose que están diseñados para que un inmueble en condiciones normales de equipamiento y operación cumpla con la disposición.

Sin embargo, el programa APF además de aportar la primera base de datos con información energética del comportamiento y consumo de la energía eléctrica, también ha dado un paso importante en los administradores del programa en sus dependencias o entidades del conocimiento de cómo se consume la energía eléctrica, así como la necesidad de hacer un uso eficiente de la misma a través de campañas de culturización energética a los usuarios de la misma.

Adicionalmente, ha proporcionado una sensibilidad en el manejo de los indicadores energéticos al llevar a cabo un seguimiento de los parámetros eléctricos plasmados en la facturación eléctrica o recibo eléctrico.

En el caso de los índices de potencia (DPEA) que se analizaron en el presente trabajo con respecto a lo que la NOM-007 establece están por debajo en un 25% para los inmuebles con la tecnología actual en el sistema de iluminación y un 48% para los inmuebles propuestos al sustituir el sistema de iluminación. Se puede considerar que para cualquier inmueble que usa o no el sistema de aire acondicionado, las diferencias entre ellos son marginales.

En este sentido, el valor que la norma establece es "relajado" (laxo) debido a que los inmuebles con la tecnología actual en el sistema de iluminación se encuentran por debajo del valor de que exige esta disposición obligatoria. Hay que tener en cuenta de que la DPEA está correlacionada con el nivel de

iluminación, factor que hasta momento no se ha estudiado, y que es muy importante para el confort de los usuarios del inmueble.

Por otro lado, los indicadores energéticos que hemos identificado en este trabajo se encuentran por debajo de los que se refieren para otros países más desarrollados. Esto se puede explicar fundamentalmente por la diferencia climática (especialmente para países con inviernos extremos), pero también existen por aspectos tecnológicos (equipos de iluminación, sistemas de climatización eficientes), así como patrones de uso (educación en el cuidado del medio ambiente y el uso racional de la energía).

En conclusión, si bien es cierto que la NOM-007 ha sido un parte-aguas en la historia de la eficiencia energética en el país, el análisis realizado en el presente trabajo señala que es necesario una revisión de los valores actuales, y que se tomen en cuenta factores como el avance en la introducción en el mercado nacional de equipos eficientes en el sistema de iluminación así como considerar los niveles de iluminación, de esta manera la norma sea restrictiva en el uso de equipos ineficientes y obsoletos.

Asimismo, el programa de APF está evolucionando no sólo en los valores de los indicadores de consumo, también en su campo de aplicación y en su administración. Sin embargo, es necesario que éste empuje un uso eficiente de la energía a través de valores más exigentes a cumplir.

BIBLIOGRAFIA

- Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe-CEPAL, 2001.
- Secretaría de Energía, Manual de organización general de las entidades paraestatales, Sector energía, 2000.
- Secretaría de Energía, El sector energía en México, Análisis y prospectiva, 2000.
- UNAM, Coordinación de vinculación Programa Universitario de Energía Compendio de información del sector energético mundial 1999.
- Programa sectorial de energía, Plan Nacional de Desarrollo, 2001-2006.
- Secretaría de Energía, Prospectiva del sector eléctrico 1999-2008.
- Secretaría de Energía, Balance Nacional de Energía, 1999.
- Secretaría de Energía, Balance Nacional de Energía, 2000.
- Conae – IIE, Informe final anteproyecto de Norma de Eficiencia energética para edificios no residenciales.
- Conae, Programa 100 Edificios Públicos, Reporte de Avances y resultados, 1998.
- Ing Carlos Chávez Baeza, Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Energética, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Estudios de Posgrado. "Cien Edificios Públicos" un programa piloto para el Ahorro de Energía, 2002.
- M.D.B. David Morillón Gálvez, Ing. Jorge Castro Flores, Estrategias para eficientizar el uso de la energía eléctrica en edificios no residenciales, Memoria técnica de ATPAE, XVI Seminario nacional sobre el uso racional de la energía y exposición de equipos y servicios, 1995.

- Conae, Folleto del Programa de ahorro de energía en inmuebles de la administración pública federal. Publicado en el año 2001.
- Ing. Azucena Escobedo Izquierdo, FIDE - Revista Energía Racional No. 50, Programa de Ahorro de Energía en la Administración Pública Federal, año 2003.
- Ing. Azucena Escobedo Izquierdo, ATPAE - XXI Seminario nacional sobre el uso racional de la energía y exposición de equipos y servicios, mesa V, Programa de Ahorro de Energía en la Administración Pública Federal, , 2001.
- Ing. Azucena Escobedo Izquierdo, ATPAE - XXII Seminario nacional sobre el uso racional de la energía y exposición de equipos y servicios, Programa de Ahorro de Energía en la Administración Pública Federal, 2003.
- Ing. Carlos Chávez Baeza e Ing. Azucena Escobedo Izquierdo, Summer study on energy efficiency in buildings, Efficiency & sustainability, American council for an energy efficient economy, Energy Efficiency Programme Public Administration Buildings, 2000.
- Secretaría de Energía, Conae, NOM-007-ENER-1995.- Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) en inmuebles no residenciales, 1995.
- Advanced lighting guidelines: U.S. Department of energy, California Energy Commission, Electric Power Research Institute, 1993.
- Lawrence Berkeley Laboratory University of California. Energy & Environment Division, Measured Commercial Load Shapes and Energy-Use Intensities and Validation of the LBL End-se Disaggregation Algorithm. H. Arkbari, L. Rainer, K. Heinemeier, J. Huang. January 1993.
- Energy Information Administration, Department of Energy, Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS), 1999 <http://www.eia.doe.gov/>
- ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Commercial Performance: Analysis and Measurement, panel 3, Commercial Performance Analysis and Measurement, 1992.

- Buildings energy research a Bibliography Update, Office of building Technologies, May 1994.
- Greening federal facilities, An energy, environmental, and economics resource guide for federal facility managers and designers, DOE, 2001.
- A thermie Programme Action, Energy Efficient Lighting in Buildings, BRECSU - OPET. For the Commission of the European Communities, Directorate-General XVII for Energy. Building Research Establishment, Garston, Watford, United Kingdom, WD2 7 JR, 1990 – 1994.
- Apuntes del diplomado: Toma de decisiones a través de métodos estadísticos, UNAM - facultad de ciencias, febrero – mayo 2002.
- (Illuminating Engineering Society Of North America) IESNA Recommended procedure for determining interior and exterior lighting power allowances. ASHRAE/IESNA 90.1-1999.

Sitios en Internet consultados

	Comisión Nacional para el Ahorro de Energía	http://www.conae.gob.mx/
	Secretaría de Energía	http://www.energia.gob.mx/
	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica	http://www.fide.org.mx/
	Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales	http://www.cabin.gob.mx/
	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática	http://www.inegi.gob.mx/
	Diario Oficial de la Federación	http://www.gobernacion.gob.mx/general/asps/framain.asp
	Department of Energy	http://www.energy.gov/
	Federal Energy Management Program	http://www.eren.doe.gov/femp/
	Environmental Protection Agency	http://www.epa.gov/
	Lawrence Berkeley National Laboratory	http://www.lbl.gov/

ANEXO 1

**Metodología para el levantamiento
del sistema de iluminación interior
en inmuebles destinados al uso de
oficinas desarrollada por la Conae**

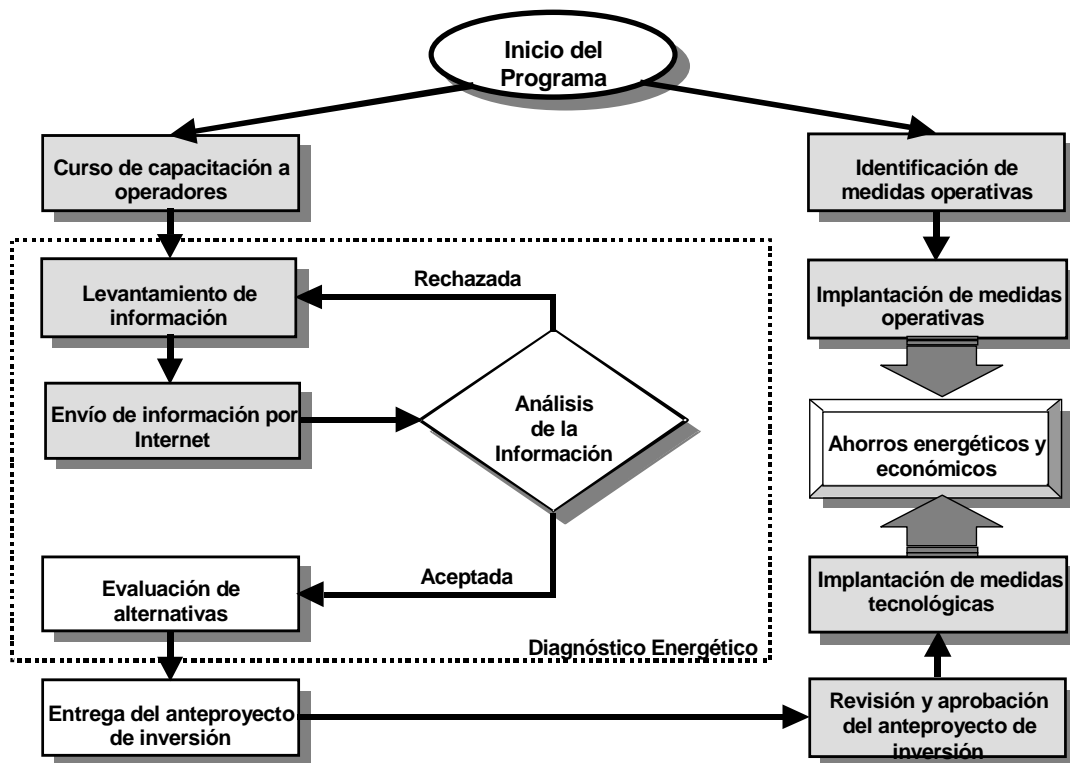
1. Metodología

La herramienta de análisis de esta metodología se desarrolló con base en programas de cómputo específicos para evaluar técnica y económicamente el sistema de alumbrado interior de un inmueble, y su propósito es asegurar la uniformidad, calidad y exactitud de los estudios. La metodología propone una estrategia de trabajo conjunto Usuario-Conae.

1.2. Procedimiento de operación

Las actividades necesarias para realizar el estudio energético propuesto están desagregadas conforme a las tareas a desarrollar por los involucrados (Figura 1). Por un lado, la dependencia o entidad tiene a su cargo realizar el levantamiento de datos; por otro lado, la Conae por su parte analiza la información y propone medidas de ahorro de energía mediante un reporte ejecutivo.

Figura 1. Diagrama general de actividades



Descripción de las etapas del diagnóstico energético:

- *Levantamiento de datos (Usuario)*
Se trata esencialmente de la recopilación de datos generales del inmueble, facturaciones históricas de energía eléctrica y realización de un censo de alumbrado con base en una zonificación arquitectónica del inmueble.
- *Envío de la información por Internet (Usuario)*
Una vez realizado el levantamiento de información y capturado en los formatos establecidos, se deberá enviar por correo electrónico a la Conae a través de Internet.
- *Análisis de la información (Conae)*
Verificación y validación de la información proporcionada. En caso de existir dudas o incongruencias en la información, se enviará un reporte al usuario para que se aclaren o se corrijan.
- *Evaluación de alternativas de ahorro (Conae)*
Evaluación técnica y económica de las diferentes alternativas tecnológicas en el sistema de iluminación, así como el análisis de las posibles mejoras operativas.

2. Levantamiento de datos

En el proceso del diagnóstico energético, el levantamiento de datos es la etapa de mayor importancia para el buen desarrollo del estudio, debido a que las subsecuentes etapas están fundamentadas en ella.

2.1. Actividades

En el desarrollo del levantamiento de datos se establece como tarea fundamental el llenado de cuatro formatos tipo los cuales son:

1. Datos básicos del inmueble
2. Datos de facturación de energía eléctrica
3. Zonificación de áreas
4. Equipos de alumbrado

Adicionalmente se incorpora un quinto formato, donde el usuario podrá expresar sus comentarios y observaciones sobre la posible problemática existente en el inmueble (bajos niveles de iluminación en distintas áreas, falta de apagadores, falta de sensores de luz en áreas con aportación solar, etc.), así como hacer sugerencias para implantar medidas de ahorro de energía, con y sin inversión, ya sea en el sistema de alumbrado o bien en otros sistemas eléctricos.

2.2.1. Datos básicos del inmueble

En el formato F1 se presentan 5 secciones:

- a. Edificio
- b. Construcción
- c. Horario de trabajo y personal
- d. Electricidad
- e. Aire acondicionado

Las secciones contenidas en el formato son:

- *Fecha*
Anotar el día/mes/año en que se realizó el levantamiento de datos.
- *DEN MI*
La celda de DEN MI (Diagnóstico Energético – Modulo de Iluminación) permanecerá en blanco; la Conae le asignará un número de registro para el inmueble.

a. Edificio

- *Nombre y dirección de la Empresa*
Nombre del inmueble o razón social al que corresponde; se indicarán calle, número, colonia o localidad, delegación o municipio, código postal y estado donde se ubica el inmueble.
- *Uso del inmueble*
Para el caso de esta metodología el uso principal del inmueble ya viene indicado: oficina; por lo que sólo se deberá indicar si es propio o arrendado.

- *Descripción*
Especificar si se trata de un edificio moderno, antiguo, inteligente o histórico; o bien, anotar alguna característica que se destaque.

b. Construcción

- *Identificación del edificio*
Asignar la primera letra mayúscula del alfabeto ("A"), y en caso de contar con un conjunto de edificios, a los siguientes edificios les corresponderán las subsecuentes letras del alfabeto en orden progresivo (por ejemplo: edificio 2 = "B", edificio 3 = "C").
- *Número de niveles*
Anotar, por cada edificio, el número de niveles con los que cuenta, incluyendo sótanos, estacionamientos, "penthouse", etc.
- *Área total del edificio*
Anotar la suma de todas las áreas de cada nivel, incluyendo sótanos, estacionamientos, penthouse, etc. (verificar que no exista una desviación mayor al $\pm 5\%$ del área total registrada).
- *Total (m²)*
Corresponde a la suma de las áreas construidas de todos los edificios.
- *Año de construcción*
Anotar el año en que se terminó de construir el inmueble.
- *Año de operación*
Anotar el año en que el inmueble entró en operación.

c. Horario de trabajo y personal

- *Horario de trabajo*
Anotar el horario normal de trabajo; si existen varios horarios, se anotará el más representativo.
- *Personal*
Anotar el número total de personas que ocupan el inmueble.

d. Electricidad

- *Tarifa*
Anotar la tarifa en la cual se encuentra contratado el servicio eléctrico; si el inmueble cuenta con más de una facturación, deberá indicarse en la sección 1 Descripción del edificio.
- *Región*
Anotar la región correspondiente a la facturación.
- *Capacidad de la subestación*
Los inmuebles que se encuentren en tarifa OM o HM deberán de anotar la potencia del o los transformadores que se encuentran en kVA, en la subestación. En caso de tener más de una subestación y/o transformadores, la capacidad total será la suma de las capacidades individuales.
- *Capacidad de las plantas de emergencia*
La capacidad de las plantas de emergencia se encuentra indicada en los datos de placa del generador de la planta, por lo que se deberá anotar la potencia de operación continua en kW; en caso de tener la capacidad en kVA.

e. Aire acondicionado

- *Capacidad del aire acondicionado*
En caso de contar con sistema de aire acondicionado, será necesario anotar la capacidad instalada de todos los equipos integrados al sistema, en toneladas de refrigeración (T.R.), así como la potencia eléctrica de los equipos en kilowatts (kW); si la información se encuentra en HP o CP (Caballos de potencia o Horse Power, por sus siglas en inglés), debe multiplicarse el valor de HP por el factor de conversión de 0.746.
- *Responsable*
Se deberá anotar los datos del responsable del inmueble que participó en el levantamiento de datos, indicando nombre, cargo correspondiente y teléfono, con el fin de establecer comunicación en caso de alguna duda referente a la información proporcionada.

2.2.2. Datos históricos de facturación eléctrica

Se debe tener 12 facturaciones eléctrica para conocer el comportamiento anual del inmueble, asimismo es importante aclarar que el tipo de tarifa eléctrica a aplicar en los inmuebles depende de la demanda eléctrica máxima registrada en los mismos. Por ello, existen dos tipos de formatos. Uno para los inmuebles en tarifas de baja y media tensión (2, 3 y OM) y otro para las tarifas horarias (HM y HS).

La información que se solicita es la siguiente:

- *Periodo*
Para cada uno de los meses indicados, anotar el periodo correspondiente a la factura eléctrica, de la siguiente forma:

Inicio del periodo: <i>año/ mes /día</i>	Fin del periodo: <i>año/ mes /día</i>
------------------------------------------	---------------------------------------

- *Mes*
En el formato ya vienen indicados los doce meses de año completo anterior
- *Parámetros eléctricos y costos*
Anotar la demanda eléctrica máxima, consumo eléctrico, factor de potencia y monto de facturación (incluyendo el IVA.). En el caso de las tarifas horarias se deberá anotar adicionalmente las demandas y consumos de energía de los distintos periodos (base, intermedio, punta y en la región de Baja California semi-punta).

2.2.3. Zonificación del inmueble

Antes de iniciar con el llenado del formato, se deberán realizar los siguientes pasos:

- a. Planos arquitectónicos del inmueble

Obtener los planos arquitectónicos de los niveles del inmueble, actualizados. En caso de no contar éstos, se deberán dibujar a mano alzada para cada uno de los niveles, con sus respectivas dimensiones.

Es importante considerar que la suma total de las áreas debe concordar con los metros cuadrados construidos del formato F1 "Datos básicos del inmueble".

b. Zonificación de las áreas de trabajo

En una copia de los planos arquitectónicos se lleva a cabo la zonificación de las áreas por cada nivel del inmueble, identificando las principales actividades de trabajo, tales como: oficinas, cubículos, salas de juntas, pasillos, baños, etc.

La numeración deberá realizarse con base en las claves de zonificación de inmuebles. En caso de existir dos o más áreas en el mismo nivel donde se realice la misma actividad, a ambas les corresponderá la misma clave.

Esta actividad servirá para localizar adecuadamente el equipo de alumbrado y determinar la Densidad de Potencia Eléctrica del Alumbrado (DPEA) por tipo de actividad.

A continuación se describen cada uno de los datos solicitados:

- *Edificio*

Anotar la clave de identificación del edificio indicado en el formato de datos básicos del inmueble, de la sección 2, construcción.

- *Nivel*

A cada nivel de piso se le han asignado dos dígitos; la letra S y un dígito para sótanos; la letra E y un dígito para estacionamientos, la letra M y un dígito para los mezzanines, PB para planta baja y PH para penthouse, etc. Por ejemplo:

S1, S2, S3, ..., etc. para sótanos
E1, E2, E3, ..., etc. para estacionamientos
01, 02, 03, ..., etc. para pisos rentables

- *Zona*

Sobre los planos arquitectónicos se debe llevar a cabo la zonificación, obedeciendo el criterio de operación del inmueble y las claves de zonificación de inmuebles; es decir, se identificarán las áreas de: oficinas, pasillos, áreas generales, salas de lectura, etc., las cuales están codificadas con dos dígitos, (01, 02, 03, etc.), y así sucesivamente para cada nivel.

En el formato se indicará el número asignado en los planos. Ejemplo:

A E1 04	se refiere al edificio A, estacionamiento uno, zona cuatro (escaleras)
A PB 01	se refiere al edificio A, planta baja, zona uno (recepción)
A 03 12	se refiere al edificio A, tercer nivel, zona doce (oficinas privadas)

- *Descripción*
El llenado se realiza de manera automática al seleccionar la zona.
- *Superficie*
Anotar la superficie de la zona (en metros cuadrados); se determina con ayuda de los planos arquitectónicos o por medio de una medición directa de la zona.
- *Porcentaje de aire acondicionado*
Si la zona cuenta con aire acondicionado, anotar el porcentaje del área que tiene aire acondicionado. Por ejemplo si se indicó en el formato un área 12 (oficinas privadas) que incluye seis oficinas de iguales dimensiones, pero sólo tres de ellas tienen aire acondicionado, entonces en esta celda se indicará el 50%.
- *Observaciones*
Anotar si la zona cuenta con dispositivos ahorradores como: sensores de presencia, atenuadores, temporizadores, etc.

2.2.4. Censo de alumbrado

Este formato es punto central del levantamiento de datos, incluso del diagnóstico energético, es el censo de equipos de alumbrado. De ello depende que las estimaciones de los potenciales de ahorro de energía estén bien sustentadas, por lo que se recomienda poner especial cuidado en el llenado.

Para la captura de la información se deberán considerar los siguientes aspectos:

- Localización de equipos (edificio, nivel y zona).
Con base en la zonificación realizada previamente en los planos arquitectónicos, se realizará la localización de los luminarias. En caso de que exista más de un tipo de lámpara en la misma zona, se deberá indicar,

repetiendo la clave del edificio, nivel y zona. De igual forma, cuando el mismo tipo de lámpara opere distintas horas al día.

- *Código de equipos*

La codificación es la forma de identificar con claves el equipo de alumbrado. Cada fabricante tiene sus propias claves para designar sus equipos. A fin de evitar el uso de códigos específicos de algún fabricante, la Conae en la herramienta de recopilación de información ha designado una codificación específica para los equipos de alumbrado que relaciona la información técnica de éstos.

La identificación del equipo de alumbrado se realiza dentro del Formato, mediante datos que pide el programa ejecutable, lo cual permite determinar el código designado por la Conae para los diferentes sistemas y combinaciones de equipos de alumbrado. Antes de entrar a la selección de códigos se recomienda tener a la mano los datos indicados en la Tabla 1, para cada uno de los tipos de lámparas que se encuentre en el inmueble:

Tabla 1. Datos requeridos por tipo de lámpara

Tipo de lámpara	Datos requeridos
Familia Incandescente	
Incandescente convencional	<i>Potencia de la lámpara</i>
Reflector incandescente	<i>Potencia y bulbo de la lámpara</i>
Lámpara de tungsteno halógeno / iodo cuarzo	<i>Potencia de la lámpara</i>
Reflector halógeno	<i>Potencia de la lámpara y tipo de bulbo</i>
Lámpara halógena de bajo voltaje / dicroica	<i>Potencia, grado de apertura del haz.</i>
Familia Fluorescente	
Compacta fluorescente	<i>Potencia, tipo de lámpara y tipo de balastro</i>
Lámpara fluorescente tubular	<i>Potencia, tipo de arranque de la lámpara, número de lámparas por luminario, tipo de balastro y número de balastros por luminaria</i>
Lámpara fluorescente circular	<i>Potencia de la lámpara</i>
Lámpara fluorescente en U	<i>Potencia de la lámpara, número de lámparas por luminario, tipo de balastro</i>

	<i>y número de balastos por luminario</i>
Lámpara fluorescente alta emisión	<i>Potencia de la lámpara, número de lámparas por luminario y número de balastos por luminario</i>
Lámpara fluorescente muy alta emisión	<i>Potencia de la lámpara, número de lámparas por luminario, tipo de balastro y número de balastos por luminaria.</i>
Familia de Alta Intensidad de Descarga (HID)	
Vapor de sodio alta presión	<i>Potencia de la lámpara y tipo de balastro</i>
Vapor de sodio baja presión	<i>Potencia de la lámpara</i>
Vapor de mercurio	<i>Potencia de la lámpara</i>
Aditivos metálicos	<i>Potencia y posición de la lámpara</i>
Luz mixta	<i>Potencia de la lámpara.</i>

- *Descripción del equipo*
Al integrar el código de equipo en el programa ejecutable, aparece automáticamente la descripción del equipo. Si al mostrar la descripción del equipo se identifica que no es la deseada, vuelva a seleccionar el código en el formato hasta que sea el correcto o, en todo caso, confirme que el código seleccionado es el adecuado.
- *Potencia unitaria (W)*
Al igual que la descripción del equipo, la potencia unitaria del equipo se registra automáticamente.
- *Cantidad*
Anotar el número de equipos instalados dentro de la zona.
- *Operación en demanda máxima (Sí/No)*
El periodo de demanda máxima de energía en un inmueble de oficinas; ocurre cuando la mayor cantidad de equipos de alumbrado y de aire acondicionado se encuentran operando, esto ocurre normalmente entre las 09:00 y las 20:00 horas.

Se deberá identificar a los equipos de alumbrado que permanecen encendidos en este horario por un periodo de seis horas o más con la letra "S", y una "N" a los que operen menos tiempo.

- *Tiempo de uso de lunes a viernes (h/d)*
Anotar el tiempo de uso promedio de lunes a viernes, en horas/día, del equipo de alumbrado de cada zona.
- *Tiempo de uso en sábado (h/d)*
Anotar el número de horas promedio, del sábado, en que el equipo de alumbrado de cada zona esta operando.
- *Tiempo de uso en domingo (h/d)*
Anotar el número de horas promedio, del domingo, en que el equipo de alumbrado de cada zona esta operando.

Una vez capturada la información solicitada en los cinco formatos (incluyendo el formato de comentarios y sugerencias), el archivo electrónico deberá ser enviado por correo electrónico a través de Internet.

ANEXO 2

Resultados 1999- 2000 del Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal

Comisión Nacional para el Ahorro de Energía

Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal

Introducción

Con base en los lineamientos establecidos por la Subsecretaría de Egresos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público en el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, la Conae inicia a mediados de 1996 el programa denominado "Cien Edificios Públicos". Su objetivo: establecer las bases y los mecanismos que permitan la realización de un programa masivo de eficiencia energética en edificios públicos, a fin de fomentar el ahorro por concepto de energía eléctrica, particularmente en el sistema de iluminación

El programa, se diseñó para incorporar en sus acciones a los operadores de los inmuebles, involucrándolos en el levantamiento de datos del sistema de iluminación necesarios para las evaluaciones de manera voluntaria. Asimismo, permitió afinar metodologías, herramientas y bases de datos utilizables en programas de mayor alcance, además de permitir identificar las barreras más importantes al desarrollo de este tipo de proyectos en inmuebles operados por el sector público.

Las actividades mencionadas han permitido que actualmente la Conae tenga los elementos, la experiencia y la capacidad para diseñar y operar un programa de carácter obligatorio de mayor alcance en inmuebles como, lo es el "Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal".

Este programa se inscribe y responde a las directrices de la APF, en cuanto a la búsqueda permanente de medidas que redunden en una administración eficiente y eficaz de sus recursos, bajo criterios de racionalidad y en apego a la disponibilidad presupuestal, procurando la rentabilidad social del gasto público. Asimismo, concreta y proyecta la voluntad gubernamental de ser un actor dinámico y precursor de sus planteamientos de gestión, tanto en lo general, como en lo particular (campo energético).

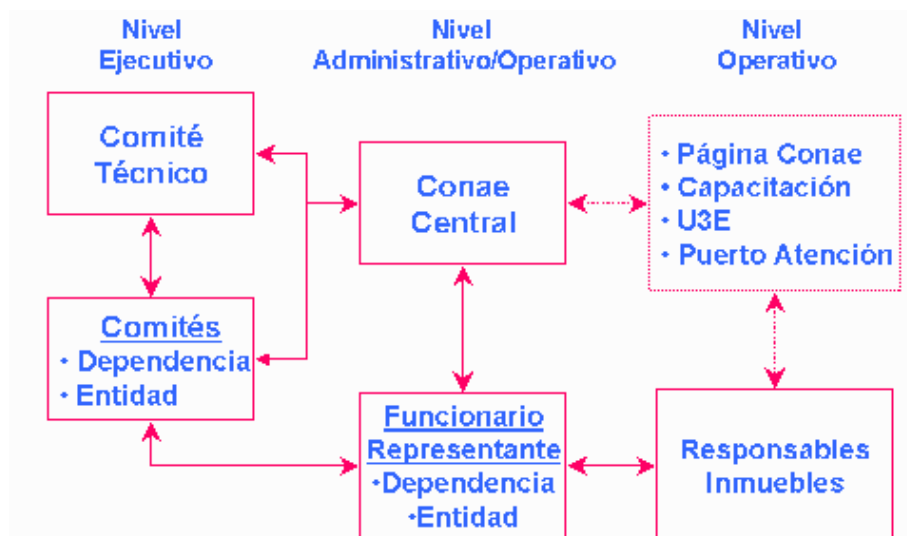
Para la aplicación, seguimiento y asistencia técnica del Programa, la Comisión basó su estrategia a través de la página de Conae en Internet, en la cual no solo se realizaban las acciones principales del Programa, también es posible

consultar los avances de cada uno de los inmuebles de las dependencias y entidades participantes en el Programa.

Estrategia 1999-2000

El Programa tiene como principal objetivo reducir el consumo de energía eléctrica, así como incorporar las energías limpias en la Administración Pública Federal. De esta forma desde 1999, hasta la fecha, ha trabajado sobre una estrategia general que está dividida en tres niveles, como lo muestra la figura 1.

Figura 1. Niveles de operación



Cada uno de estos tiene funciones específicas para el desarrollo del Programa, en el nivel ejecutivo se realiza la coordinación de la aplicación del programa entre el Comité Técnico y los Comités Internos de las dependencias y entidades.

El Comité Técnico tiene como principal objetivo asegurar la correcta aplicación del Programa, mediante la coordinación de las actividades a desarrollar, así como el seguimiento y evaluación de la aplicación del mismo, en cada una de las dependencias y entidades participantes. El Comité Interno coordina las acciones de la dependencia o entidad, a fin asegurar la correcta aplicación del Programa de acuerdo con los lineamientos establecidos.

En el nivel administrativo / operativo se realiza la coordinación entre la Conae y el funcionario representante de las dependencias y entidades, para coordinar las actividades del programa con los responsables de los inmuebles.

En el nivel operativo los responsables de los inmuebles asisten a cursos y/o talleres de capacitación en materia de ahorro de energía y aplican medidas operativas y/o de inversión en sus inmuebles. Adicionalmente, deben mantener informado al Funcionario Representante sobre las actividades realizadas.

En 1999 los requisitos mínimos para ingresar eran:

1. Estar destinados al uso administrativo principalmente,
2. Contar con un área igual o superior de 5 000 m² de espacio interior, y
3. Tener un índice de consumo energético igual o superior a 60 kWh/m²-año, durante 1998.

El Programa contempla la reducción de consumo de energía por aplicación de medidas operativas y/o de inversión. Para la aplicación de medidas operativas se les proporciona una Guía, la cual está a disposición en Internet; para las medidas de inversión la Conae realiza un estudio energético en el sistema de iluminación apoyado en los responsables de los inmuebles.

En el 2000, la estrategia planteó una reducción del 20% de su índice de consumo eléctrico con respecto al año de 1998, para lo cual se continuó con la capacitación en el mismo rubro que el año de 1999, considerando que para lograr una reducción de ese tipo era necesario otro tipo de capacitación que abarcara otras áreas. Se impartieron talleres tecnológicos en los sistemas de iluminación, bombeo y aire acondicionado con el fin de dar a conocer a los usuarios las diferentes tecnologías ahorradoras prevalecientes en el mercado.

Adicionalmente, se planteó como una de las actividades más importantes, llevar a cabo el seguimiento de las acciones realizadas y de los consumos de energía eléctrica, a través de un informe anual de las actividades llevadas a cabo en materia de ahorro de energía y el registro de los consumos de energía eléctrica durante el año de 1999, así como la presentación de informes trimestrales de actividades y consumo de energía durante el año 2000.

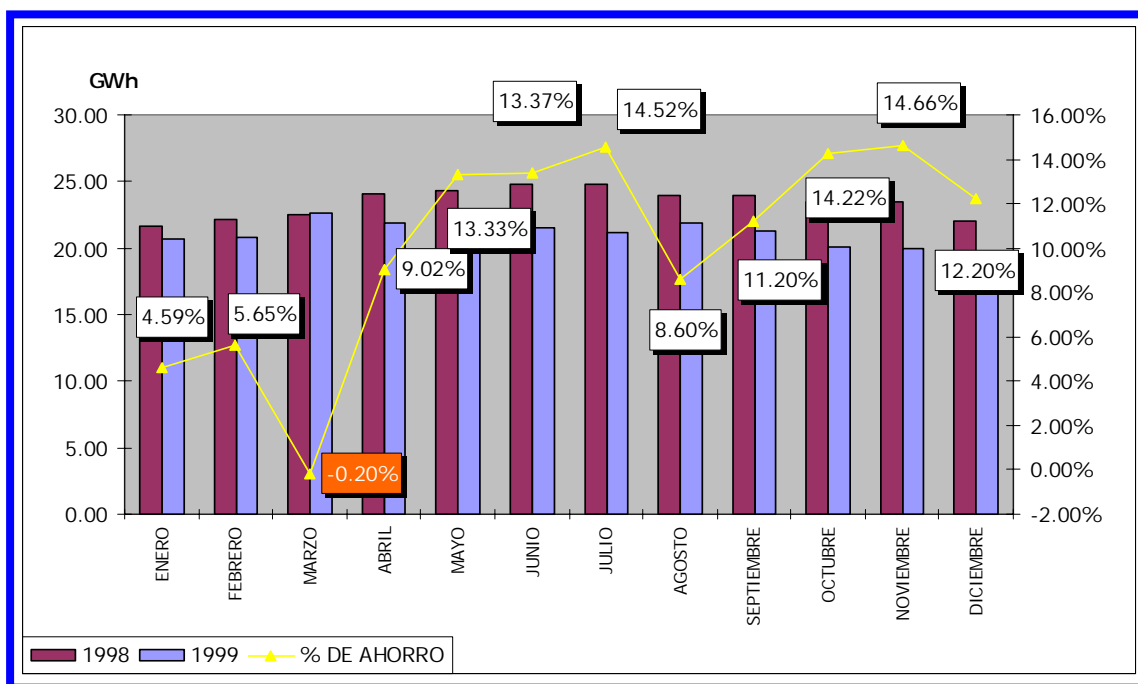
Para el análisis de la información recibida, fue necesario contar con bases de datos tanto de consumos de energía eléctrica, como las actividades realizadas durante los años de 1998, 1999 y 2000.

Resultados 1999-2000

En lo que corresponde a consumos de energía, se analizó la información correspondiente a 374 edificios, que en forma agregada representan un área interior de 2.5 millones de metros cuadrados.

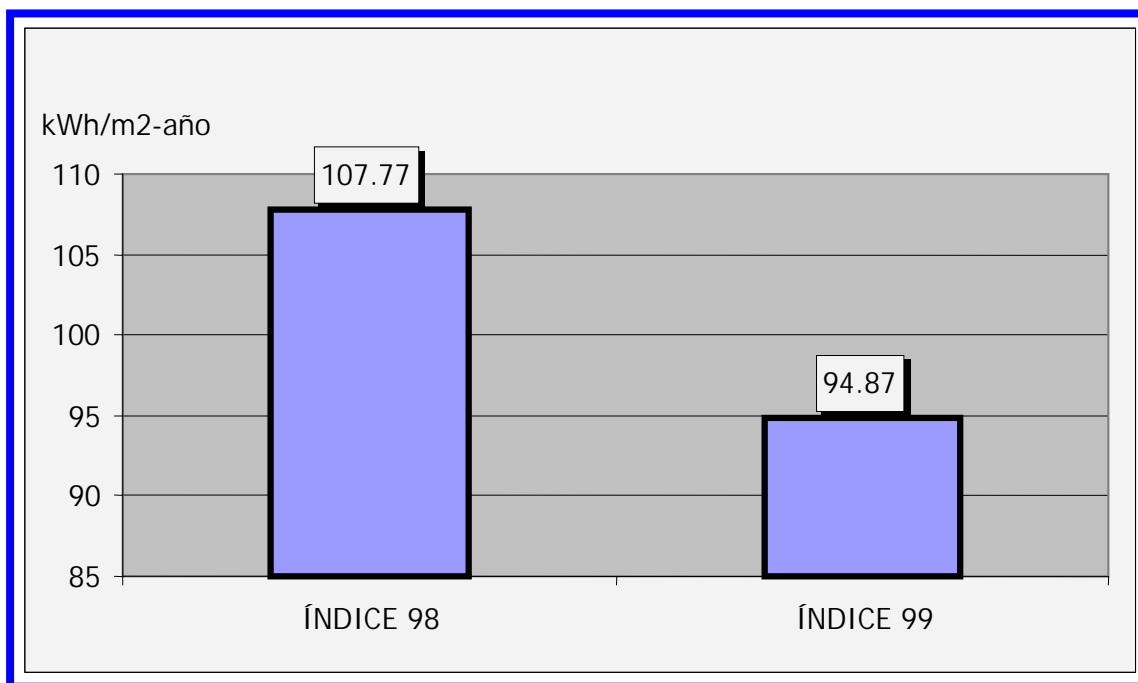
El ahorro promedio logrado, al comparar mes a mes los consumos de 1998 respecto a 1999, fue del 10.22 por ciento. Asimismo, se pudo constatar que a partir de abril de 1999, cuando se aplicó la Norma que regula los horarios y jornadas de trabajo en la Administración Pública Federal, se logró reducir los consumos de energía en promedio a 12.3 %. Ver gráfica 1.

Gráfica1. Consumos mensuales totales durante 1998 y 1999



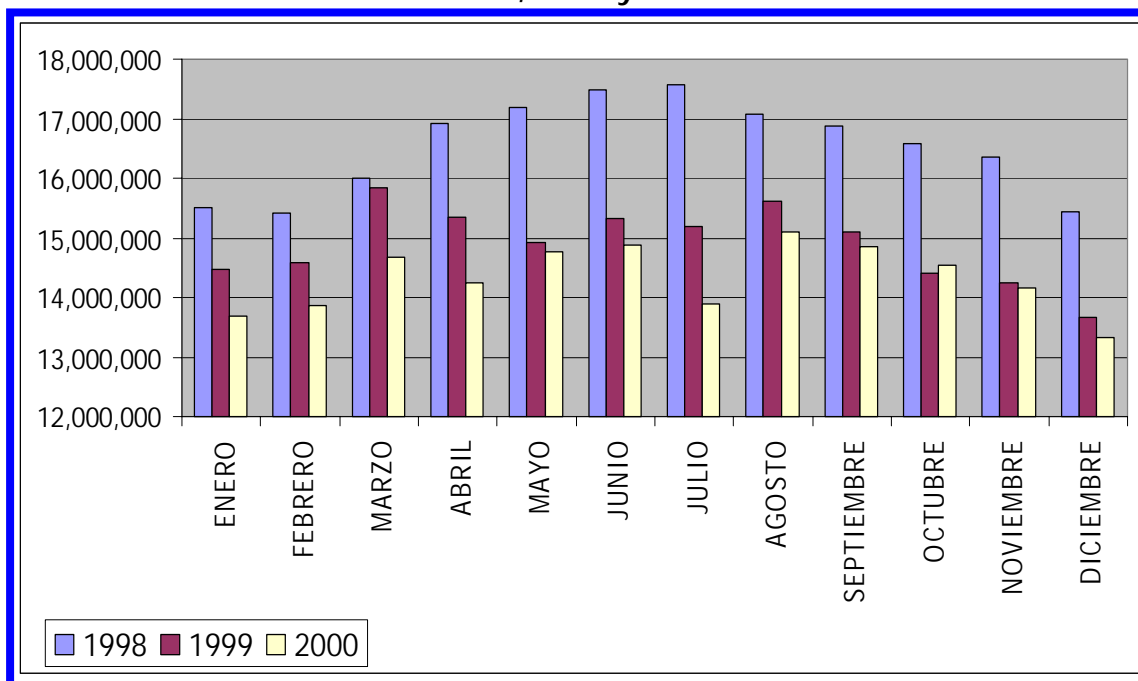
Por otra parte, se analizó el índice de consumo promedio en el mismo número de edificios, dando por resultado un ahorro del 12 por ciento al pasar de 107.7 a 94.8 kWh/m²-año. Esto representa un ahorro aproximado, durante 1999 con respecto a 1998, de 28.7 GWh en consumo de energía, que equivalen a 20 millones de pesos. Ver gráfica 2.

Gráfica2. Índice promedio de consumo anual de energía eléctrica en los edificios participantes



Adicionalmente, se realizó un análisis de la información correspondiente a 215 edificios, los cuales cumplieron con enviar sus reportes trimestrales de consumos de energía eléctrica durante el año 2000. En la gráfica 3, se realiza una comparación del consumo de energía durante los años de 1998, 1999 y 2000, en donde se observa un importante decremento para los años de 1999 y 2000 con respecto a 1998. Durante el año 2000, el ahorro de energía comparado con 1998, fue de 26.4 millones de kWh una disminución de 13 % en la muestra mencionada.

Gráfica 3. Comparación del consumo de energía durante
1998, 1999 y 2000.



De los 215 edificios, sólo 42 alcanzaron o sobrepasaron la meta establecida de reducción en el índice de consumo de energía del 2000 con respecto al del 1998, y 158 edificios lograron ahorros menores al 20%. Es importante mencionar que en muchos de esos casos, no fue posible alcanzar la meta debido a incrementos en la carga: por adquisición de equipos de cómputo, aumento en la población del edificio, remodelación, ampliación en la construcción, por el no-cumplimiento a la Norma de regulación de las jornadas de trabajo, etc.

Con el propósito de brindar un reconocimiento a las dependencias y entidades participantes en el programa, así como a los fabricantes y asociaciones que han apoyado, para el cumplimiento de las actividades del mismo, se realizaron dos eventos de "Entrega de Reconocimientos" en los meses de febrero y noviembre del año 2000 en donde asistieron alrededor de 250 y 150 personas, respectivamente.

En materia de capacitación, se impartieron seis talleres tecnológicos, cuyo principal objetivo fue a dar a conocer la tecnología de punta en diferentes sistemas: iluminación, aire acondicionado y fuerza con la asistencia de 449 personas.

Por su parte, los 127 funcionarios representantes de las diversas dependencias y entidades de la Administración Pública Federal participaron en cuatro talleres informativos, en donde se les dio a conocer la estrategia del Programa. También se impartieron cuatro cursos de Metodología de iluminación en inmuebles, con la participación de 75 operadores.

Conclusiones

Las principales razones por las cuales el Programa ha avanzado y se ha aplicado en los inmuebles de la APF, es por su carácter obligatorio, aunado a la participación entusiasta de los funcionarios y operadores de los inmuebles.

El ahorro de energía dejó de ser una actividad aislada en los Programas anuales de las dependencias y entidades.

Se ha logrado involucrar al sector privado en las actividades del Programa, estableciendo reglas claras tanto para consultores en energía como para los fabricantes de los equipos eficientes.

Para aplicar el Programa de la Administración Pública Federal, fue necesario plantear dentro de la estrategia, el uso de herramientas adicionales de comunicación, como Internet y cursos a distancia.

Los análisis realizados de los consumos de energía eléctrica de los años 1998 y 1999, muestran un claro ahorro por la aplicación de la Norma de jornadas de trabajo; esto se logrará al reportar claramente las actividades en los informes trimestrales.

ANEXO 3

**Estudios internacionales en
inmuebles similares del
de Lawrence Berkeley Laboratory y
Energy Information Administration**

Estudios internacionales en inmuebles con uso administrativo

El Laboratorio de Lawrence Berkeley editó en el año de 1993 los resultados del análisis realizado en edificios comerciales (oficinas, tiendas de autoservicio, restaurantes y almacenes) ubicados en el sur de California, estudiaron los consumos de 53 inmuebles durante el año de 1992. El estudio lo realizó el Instituto de Eficiencia Energética de California (CIEE, siglas en inglés) y la Compañía Edison del Sur de California.

De los 53 inmuebles analizados, 12 de ellos estaban destinados al uso de oficinas administrativas, midieron los consumos de energía por uso final: aire acondicionado, iluminación y contactos, de las áreas acondicionadas y totales. Del estudio realizado encontraron que dos de los inmuebles tenían información atípica por lo que fueron eliminados de la muestra.

El resumen de los resultados de los diez inmuebles restantes, se presentan en la tabla 1.

Aunque la información es de 12 años atrás es una buena referencia para realizar una comparación entre los índices obtenidos por parte del laboratorio y los que se obtuvieron en el presente trabajo. Sin embargo, no hay que olvidar que el análisis que en este trabajo se presenta sólo contempla los consumos de energía eléctrica en el sistema de iluminación.

El laboratorio analizó los inmuebles con mayor detalle y con mayor información. Tal como se observa al separar los consumos de energía por uso final, por área acondicionada y total, que en algunos inmuebles es la misma.

La Administración de Información de Energía (Energy Information Administration, EIA, por sus siglas en inglés) del Departamento de Energía (DOE) de los Estados Unidos. En 1999 realizó un estudio sobre el Consumo Energía en Edificios Comerciales (CBECS). Éste estimó que existían 4.7 millones de edificios comerciales (± 0.4 millones de edificios, al 95% nivel de confianza) en los Estados Unidos con un área total construida de 6.2 (± 0.43) mil millones pies cuadrados.

Tabla 1. Índices de densidad energética analizados por el Laboratorio de Laurence Barkley

kWh/m ² -año (1992)								
Edificios	Aire Acondicionado		Iluminación		Contactos		Total	
	Área total	área acondicionada	Área total	área acondicionada	Área total	área acondicionada	Área total	área acondicionada
Edif 1	98.17	98.17	129.72	129.72	5.90	5.90	288.15	288.15
Edif 2	34.87	34.87	25.05	25.05	42.14	42.14	121.91	121.92
Edif 3	27.02	27.02	36.88	36.88	25.86	25.86	185.74	185.45
Edif 4	64.09	74.53	47.51	55.25	23.10	26.87	184.16	214.15
Edif 5	43.08	53.10	31.87	39.29	13.10	16.16	82.94	102.24
Edif 6	92.98	92.98	96.43	96.43	34.43	34.43	234.90	234.90
Edif 7	22.35	22.35	56.55	56.55	31.25	31.25	152.52	152.52
Edif 8	56.54	64.25	66.07	75.08	5.80	6.60	233.04	264.82
Edif 9	48.02	48.02	84.94	84.94	---	---	162.07	162.07
Edif 10	57.16	92.18	31.41	50.66	10.44	16.83	121.84	196.52
Media	54.43	60.75	60.65	64.99	182.77	191.10	176.73	192.28

Fuente: Lawrence Berkeley Laboratory, University of California. Energy & Environment Division, Measured Commercial Load Shapes and Energy-Use Intensities and Validation of the LBL End-se Disaggregation Algorithm. H. Arkbari, L. Rainer, K. Heinemeier, J. Huang. January 1993

En el estudio clasifican a los inmuebles por su tipo de uso, es decir por oficinas, hospitales, comercios, escuelas, etc. También, realizaron una regionalización del país según el clima de Estados Unidos.

La información recabada por inmueble es completa y extensa recopilaron consumos de energía eléctrica por el uso de: computadoras personales, aire acondicionado, iluminación, fotocopias, etc. Así como por consumo de energía térmica por calefacción, cocción, etc. Adicionalmente, dividieron la información por tipo de equipo del sistema aire acondicionado instalado, así como el sistema en iluminación, etc.

En la Tabla 2 se muestra el índice de consumo de energía eléctrica promedio de los inmuebles encuestados, los datos se presentan por región geográfica. El área sombreada sería la que se podría comparar con los valores analizados del país.

Tabla 2. Intensidad de consumo promedio en oficinas

País	Índice de Consumo Promedio por Región (kWh/m ² -año)			
	Noreste	Medio-oeste	Sur	Oeste
Estados Unidos	180	192	227	189

Fuente: 1999 Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS). Energy Information Administration. Department of Energy. <http://www.eia.doe.gov/>